Sc. Mil.
32 c

Geschenk

der Verlags-Buchhandlung

Wilhelm Braumüller

Wien und Leipzig

Scmil. 32 c

Fambri

AUFGABEN-SAMMLUNG

aus der

Terrainlehre, Terrain-Aufnahme

und

Terrain-Darstellung

von

GABRIEL FAMBRI

k. u. k. Oberlieutenant, Lehrer an der Cadettenschule in Karlstadt.

Zweite, verbesserte Auflage.

Mit Erlass Abth. VI, Nr. 1732 von 1897 vom k. u. k. Reichs-Kriegs-Ministerium für die Militär-Akademien und die Cadettenschulen als Unterrichtsbehelf approbiert.

Mit 219 Figuren im Texte.

WIEN UND LEIPZIG.

WILHELM BRAUMÜLLER

k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler.

1897.

BIBLIOTECA
NACIONAL

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorwort.

Die nachfolgende Sammlung von Aufgaben aus der Terrainlehre, Terrain-Aufnahme und Terrain-Darstellung hat hauptsächlich den Zweck, die Hauptprincipien der Theorie an der Hand von Beispielen zu wiederholen und praktisch zu verwerten.[1])

Die Aufgaben sind stufenweise von der leichtesten zu der schwersten angeordnet und so gefasst, dass jeder Lösung eine kurze Erklärung aller zur Aufgabe gehörigen theoretischen Principien folgt.

Einige Constructions-Aufgaben, welche hier aufgenommen wurden, sollen dazu beitragen den Formensinn zu erhöhen.

Den Aufgaben in der Terrain-Darstellung wurde eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet.

Es ist sicher als ein großer Fortschritt zu bezeichnen, dass man diesen Gegenstand, trotzdem er mit der Terrainlehre so innig-lich verwandt ist, von dieser trennte und ihn für sich allein lehrt.

Die Terrain-Darstellung ist zu wichtig, um nur nebensächlich behandelt zu werden.

Jeder Officier muss sich nicht nur das **Kartenlesen,** sondern im gleichen, wenn nicht in einem erhöhten Maße auch die **Darstellung** selbst aneignen, so dass er unter allen Verhältnissen den an ihn gestellten Anforderungen gewachsen sei.

Das Kartenlesen an und für sich kann er nur durch fortwährende Übung und praktische Anwendung der Theorie erlernen. Das bloße Verständnis der Theorie genügt keinesfalls, nur „Übung macht den Meister"!

---

[1]) Die unter diesem Titel ausgegebenen Theile wurden zu einem Buche vereint, vollständig revidiert und einzelne Theile neu bearbeitet und verbessert.

Der genaueste, minutiöseste Vorgang beim Lesen eines Planes ist unerlässlich, will man später den strengeren Anforderungen genügen, auf Grund der spärlichen Daten einer Generalkarte, die ja unsere Kriegskarte ist, durch Vorstellung das Fehlende zu ergänzen, ein Charakterbild einer Landschaft auf Grund des Kartenlesens zu gewinnen. Bei den ersten Aufgaben habe ich in diesem Sinne einige Grundprincipien zum Kartenlesen zusammengestellt, welche selbstverständlich in der Folge an der Hand eines Planes oder einer Specialkarte geübt werden wollen.

Was aber die Darstellung anbelangt, soll der Officier imstande sein, selbst unter den schwierigsten Verhältnissen eine einfache Skizze oder ein Croquis zu entwerfen, abgesehen davon, dass einzelne auch dazu berufen sein können, bei der Landesaufnahme thätig zu sein.

Wie soll er dies bewirken, wenn er nicht durch Übung die erforderliche Gewandtheit in der Darstellung sich angeeignet hat! Aus diesen wenigen Worten geht allein und zur Genüge die Wichtigkeit der Terrain-Darstellung hervor.

Einige Aufgaben dieser Gattung sind auf Grund einer taktischen Idee aufgebaut, der Lernende hat somit nicht nur Gelegenheit die taktischen Principien zu wiederholen, sondern kann auch gleichzeitig durch seine Phantasie immer wieder neue Bilder schaffen, wodurch Formensinn, Anschauung und Gewandtheit in der Darstellung wesentlich erhöht werden.

Bei den Aufgaben aus der Landesaufnahme wurde das so wichtige Vis-à-vis-Zeichnen so behandelt, dass jedem die Möglichkeit geboten wird, diese Arbeit im Zimmer an der Hand von Zeichnungen durchzuführen.

Modelle entsprechen diesem Zwecke ganz und gar nicht, denn sie besitzen den großen Nachtheil, dass der Schüler alles von der Vogelschau betrachtet, was in der Natur nie der Fall ist.

Die Aufgaben aus der Mathematik, welche auf Grund des neuen Lehrplanes für die k. und k. Infanterie-Cadettenschulen vorgeschrieben sind, wurden so angeordnet, dass bei Hinweisung auf die in den Aufgaben vorkommenden theoretischen Principien jeder Lernende imstande ist, die Aufgabe mit dem nöthigen Verständnisse zu lösen; denn würde der Schüler nur den mathematischen Theil durcharbeiten, ohne sich weiter über den Zusammenhang der Auf-

gabe mit der Terrainlehre zu kümmern, dann hätte die Fragestellung in dieser Art keinen Sinn.

Die Aufklärungen werden dem Schüler umso leichter fallen, als die Anleitungen selbst immer kurz gefasst sind.

In dem Anhange wurden einige Daten über die Special- und Generalkarte besprochen, ebenso habe ich daselbst Hilfstafeln zur Berechnung der Höhe aufgenommen, deren Angaben von Minute zu Minute angeordnet sind.

Zum Schlusse wurde noch ein Beispiel zur Berechnung einer barometrischen Kette mit den zugehörigen Hilfstafeln angehängt.

Karlstadt, im Monate Mai 1897.

Gabriel Fambri

k. u. k. Oberlieutenant und Lehrer an der Infanterie-Cadettenschule.

Index.

Seite

Vorwort III

Aufgabe 1. Lage der Schraffen bei horizontalen Linien 1

„ 2. „ „ „ „ geneigten Linien 1

„ 3. Horizontale Linien in Verbindung mit Schichtenlinien 2

„ 4. Geneigte „ „ „ „ „ 5

„ 5. Linien deren Neigung gleich dem Böschungswinkel ist 7

„ 6. Profilieren einer in Schichtenlinien dargestellten windschief-gerade-stetigen Fläche 8

„ 7. Profilieren einer schraffierten stetigen Fläche mit einer Terrainstufe 9

„ 8. Ermittlung der Höhe von Punkten, welche auf einer mit Schichtenlinien dargestellten stetigen Fläche in einer Fallrichtung liegen . 10

„ 9. Durchführung der Aufgabe 8, wenn die Punkte in verschiedenen Fallrichtungen liegen 10

„ 10. Ermittlung der Höhe von Punkten, welche auf einer mit Schichtenlinien dargestellten windschiefen Fläche in verschiedenen Fallrichtungen liegen 11

„ 11. Ermittlung der Höhe von Punkten, welche auf einer schraffierten stetigen Fläche von 45° Neigung in verschiedenen Fallrichtungen liegen 11

„ 12. Ermittlung der Höhe von Punkten, welche auf einer schraffierten stetigen Fläche von beliebiger Neigung in verschiedenen Fallrichtungen liegen 12

„ 13. Ermittlung der Höhe von Punkten, welche auf einer schraffierten concaven oder convexen Fläche in verschiedenen Fallrichtungen liegen 13

„ 14. Ermittlung des Böschungswinkels zwischen zwei Punkten, welche auf einer Rückenlinie in derselben Fallrichtung und auf den Schichtenlinien liegen 14

„ 15. Durchführung der Aufgabe 14, wenn der eine Punkt zwischen den Schichtenlinien liegt 15

„ 16. Durchführung der vorigen Aufgabe, wenn die Punkte nicht in einer Fallrichtung liegen 16

„ 17. Durchführung der vorigen Aufgabe, wenn beide Punkte zwischen den Schichtenlinien und nicht in einer Fallrichtung liegen . . . 16

„ 18. Profilieren nach einer schraffierten eingebogen-convexen Fläche . 16

„ 19. Legen von Schichtenlinien nach einer schraffierten eingebogen-convexen Fläche 18

„ 20. Ermittlung des Böschungswinkels von Linien, welche mit den Schichtenlinien einen Winkel einschließen 19

„ 21. Ermittlung des Böschungswinkels von Linien, welche mit den Schichtenlinien respective Schraffen einen Winkel einschließen, durch Schätzung 20

Seite

Aufgabe 22. Anwendung der Grundsätze der vorigen Aufgabe 22
„ 23. Construction einer Pyramide in der Horizontal-Projection mit bestimmten Neigungswinkeln der Seitenflächen 23
„ 24. Berechnung der Höhe der Pyramide der Aufgabe 23 24
„ 25. „ des Böschungswinkels der drei Kanten der Pyramide der Aufgabe 23 24
„ 26. Construction einer Linie unter einem bestimmten Winkel auf einer geneigten Fläche 25
„ 27. Construction einer stetigen Fläche zu einer gegebenen geneigten Linie 26
„ 28. Construction der Hänge einer gegebenen Tiefenlinie 26
„ 29. „ „ „ zu einer geradlinigen concaven Tiefenlinie 28
„ 30. „ „ „ „ „ „ convexen „ 28
„ 31. „ „ „ „ „ nicht geradlinigen „ 29
„ 32. Construction der Hänge zu einer nicht geradlinigen Tiefenlinie, bei welcher der Böschungswechsel nicht am Buge stattfindet . . 30
„ 33. Construction einer Tiefenlinie wie in der vorigen Aufgabe, die Hänge sind convex (concav) 30
„ 34. Construction der Hänge (convex) einer gegebenen geraden stetigen Tiefenlinie 31
„ 35. Construction der Hänge (concav) einer gegebenen geraden stetigen Tiefenlinie 32
„ 36. Construction der Hänge (convex) einer gegebenen geraden convexen Tiefenlinie 32
„ 37. Construction der Hänge (concav) einer gegebenen geraden convexen Tiefenlinie 34
„ 38. Construction der Hänge (concav) einer gegebenen geraden concaven Tiefenlinie 35
„ 39. Construction der Hänge (convex) einer gegebenen geraden concaven Tiefenlinie 35
„ 40. Construction der Hänge (convex-concav und concav-convex) einer gegebenen geraden convex-concaven Tiefenlinie 35
„ 41. Construction der Hänge (convex-concav und concav-convex) einer gegebenen nicht geraden convex-concaven Tiefenlinie 37
„ 42. Bestimmung der Durchgangspunkte der Schichtenlinien bei cotierten Tiefenlinien 39
„ 43. Bestimmung der Durchgangspunkte der Schichtenlinien bei cotierten Rücken 43
„ 44. Bestimmung der Durchgangspunkte der Schichtenlinien bei cotierten Rücken mit Hilfe der gemessenen Böschungswinkel 43
„ 45. Bestimmung der Durchgangspunkte der Schichtenlinien bei cotierten Rücken mit Hilfe der Schraffen 44
„ 46. Idealer Entwurf eines Rückens in Schichtenlinien, wenn die Rückenlinie und die Detailformen gegeben sind 44
„ 47. Idealer Entwurf eines Thales in Schichtenlinien, wenn die Richtung der Wasserlinie gegeben ist 46
„ 48. Ermittlung der Sichtbarkeit, wenn die Höhen und Distanzen von drei Punkten gegeben sind 52

Seite

Aufgabe 49. Ermittlung der Sichtbarkeit auf Schichtenplänen 53
„ 50. „ „ „ „ „ 54
„ 51. „ „ „ in Karten und Plänen 54
„ 52. „ der nicht eingesehenen Räume 55
„ 53. Orientierung 56
„ 54. „ im Walde 57
„ 55. Ermittlung der Marschzeit mit Bezug auf Höhen, die zu überwinden sind 59
„ 56. Entwurf einer idealen Vertheidigungsstellung 61
„ 57. „ eines idealen Angriffsterrains (Croquieren) 63
„ 58. „ „ günstigen Flussübergangspunktes 68
„ 59. Messen und Übertragen von Geraden 70
„ 60. „ „ „ „ Winkeln 71
„ 61. Vorwärts-Abschneiden 74
„ 62. Seitwärts-Abschneiden 77
„ 63. Rückwärts-Einschneiden 78
„ 64. Messen von Böschungswinkeln 89
„ 65. Verbesserte Aufnahmsmethode (optisches Distanzmessen) 90
„ 66. Triangulierung des Gerippes im Zimmer und im Terrain 96
„ 67. „ der Terrainformen im Zimmer und im Terrain . 108
„ 68. Vis-à-vis-Zeichnen im Zimmer und im Terrain 109
„ 69. Trigonometrische Berechnung der Luftlinie 112
„ 70. „ „ des Böschungswinkels 114
„ 71. „ „ der Höhe mit einem Höhenwinkel 115
„ 72. „ „ „ Reductions-Elemente 120
„ 73. Geometrische Bestimmung der Reductions-Elemente 121
„ 74. Trigonometrische Berechnung der Höhe (Höhenwinkel) mit Bezug auf einen tiefer liegenden Punkt 122
„ 75. Trigonometrische Berechnung der Höhe bei einem Tiefenwinkel . 123
„ 76. „ „ „ Lage (Distanz) von trigonometrischen Punkten 125
„ 77. Trigonometrische Bestimmung der Winkel, welche von drei trigonometrischen Punkten gebildet sind 126
„ 78. Seitwärts-Abschneiden mit trigonometrischer Berechnung durchgeführt 128
„ 79. Pothenot'sches Problem mit trigonometrischer Berechnung durchgeführt 129

Anhang:

Besprechung der Specialkarte 133
„ „ Generalkarte 140
Tangententafeln von einer zu einer Minute für Winkel bis zu 10^0 . . . 146
Berechnung einer barometrischen Kette mit den Tafeln zum barometrischen Höhenrechnen 163

1.

Gegeben ist ein Karrenweg.

Es sind die Schraffen so einzuzeichnen, dass der Karrenweg horizontal sei.

Auf jeder horizontalen Linie stehen die Schraffen senkrecht.

Karrenwege sind jene für landesübliche Fuhrwerke fahrbaren Communicationen, welche wegen ihrer geringen Breite, Anlage oder Beschaffenheit von Feldgeschützen nicht mehr benützt werden können. Ihre Breite wird gewöhnlich weniger als 2·2 *m* betragen. Für schmalspurige Geschütze und schmalspurige Trainfuhrwerke ist hiedurch die Benützbarkeit nicht ausgeschlossen.

Fig. 1.

Das schmalste Armeefuhrwerk, der Compagnie-Munitionswagen, ist 1·35 *m* breit, das schmalspurige 9 *cm* Geschütz 1·47 *m* breit; es kann daher als Minimum der Breite einer fahrbaren Communication 1·5 *m* angenommen werden.

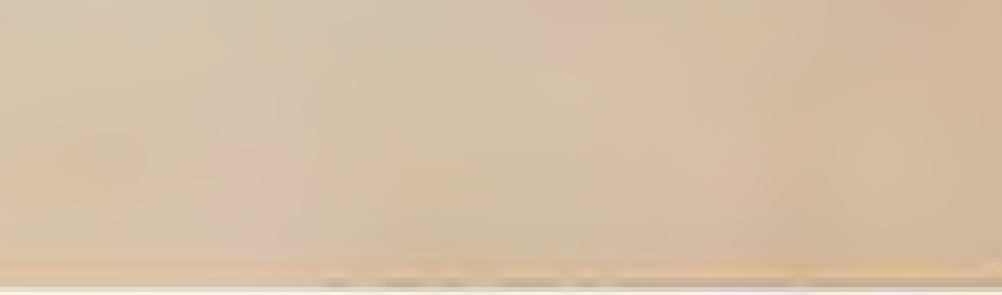
2.

Gegeben ist ein nicht erhaltener Fahrweg.

Es sind die Schraffen so einzuzeichnen, dass der Fahrweg steige (falle).

Nachdem jede Linie, welche mit der Schraffe einen Winkel von 90° einschließt, horizontal ist, muss jede Linie, die einen anderen Winkel als 90° einschließt, geneigt sein. Je kleiner dieser Winkel, desto größer die Neigung. Die größte Neigung ergibt sich, wenn die Weglinie in der Fallrichtung führt, also mit den Schraffen keinen Winkel bildet (0°). In diesem Falle ist das Maß der Neigung des Weges (eventuell einer anderen Geripplinie) gleich dem Böschungswinkel.

Fig. 2.



Bei allen Geripplinien werden der Deutlichkeit der Zeichnung wegen die Schraffen ausgespart; es dürfen somit die Schraffen nicht über diese Linien gezogen werden, sondern nur so lang gezeichnet sein, dass ein schmaler weißer Streifen beiderseits bleibt.

Die Schraffen müssen weiter so gezeichnet sein, dass die Endpunkte einer Schraffenreihe Punkte gleicher Höhe verbinden. Fig. 3 zeigt die fehlerhafte Ausführung.

Fig. 3.

Nicht erhaltene Fahrwege müssen eine solche Breite, Anlage und Beschaffenheit besitzen, dass sie bei normalen Verhältnissen für Feldgeschütz und daher auch für leichte Trainfuhrwerke benützbar sind (mindeste Breite 2·2 *m*). Communicationen, welche alle Bedingungen für Straßen und erhaltene Fahrwege besitzen, jedoch weniger als 2·5 *m* Fahrbahnbreite haben, von Feldgeschütz und leichtem Trainfuhrwerk aber noch befahren werden können, zählen zu den nicht erhaltenen Fahrwegen.

3.

Gegeben ist ein besserer Fahrweg. (Fig. 4, 5, 6.)

Es ist eine stetige Fläche mit drei Schichtenlinien so zu zeichnen, dass der Weg horizontal führt.

Schichtenhöhe 20 *m*, 1 : 25.000.

Fig. 4.

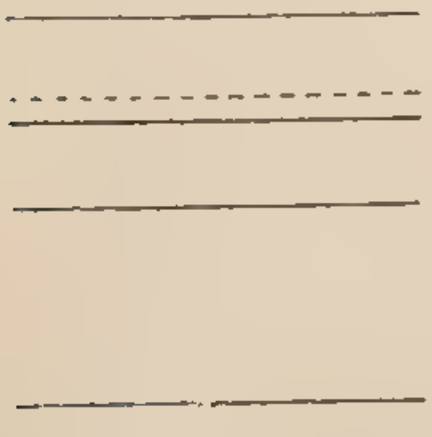


Fig. 5.

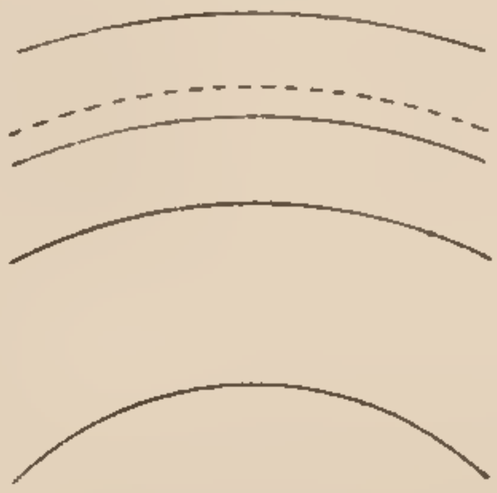
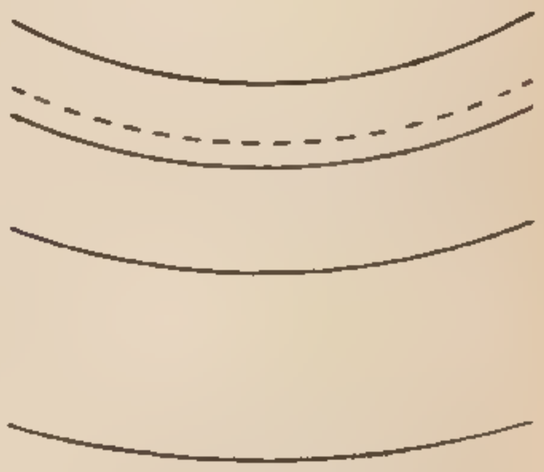


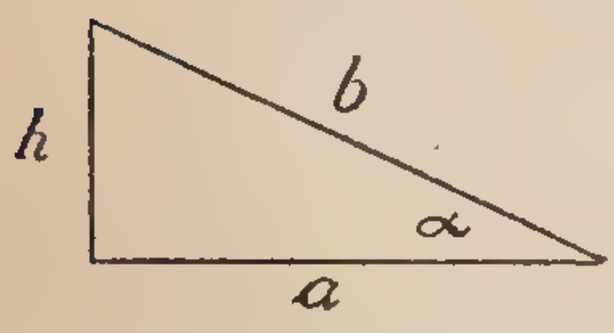
Fig. 6.



Die Flächen sind stetig, weil der Böschungswinkel sich nicht ändert, nachdem die Anlagen (senkrechte Entfernung zweier Schichtenlinien) gleich bleiben.

Wird bei einer stetigen Fläche nach der Richtung der Fallinie ein Profil gelegt und vom höchsten Punkte eine Senkrechte gegen die Basislinie gefällt, so erhält man ein rechtwinkliges Dreieck, Böschungsdreieck genannt, zum Unterschiede von einem Profilsdreieck, bei welchem das Profil nicht in der Fallrichtung, sondern beliebig gelegt wird.

Fig. 7.



Die Linie *b* (Fig. 7), das ist die Vertical-Projection der geneigten Fläche, wird Böschungslinie genannt.

Die Linie *a*, das ist die Horizontal-Projection der Böschungslinie, nennt man Anlage.

Die Linie *h*, das ist die senkrechte Entfernung der horizontalen Anlage vom höchsten Punkte der Fläche, heißt Höhe, der Winkel *α* der Böschungswinkel. In der Folge werden wir mit *a* die Anlage, mit *h* die Höhe, mit *b* die Böschungslinie und mit *α* den Böschungswinkel bezeichnen.

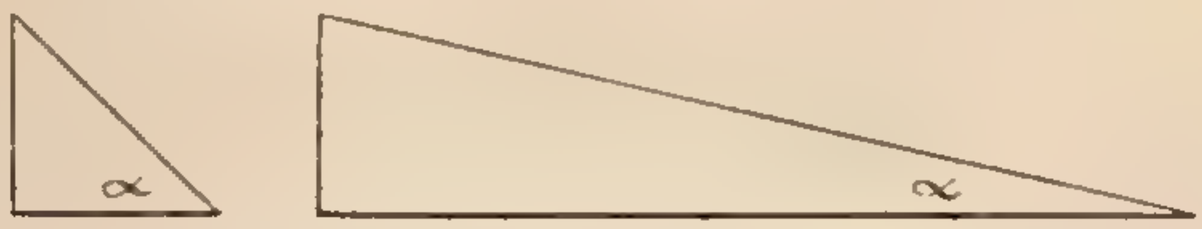
Aus nachstehenden Figuren 8, 9, 10 erklären sich folgende Gesetze von selbst:

1. Bei gleichbleibender Höhe entsprechen gleichen Anlagen gleiche Böschungswinkel. (Fig. 8.)

Fig. 8.

2. Bei gleichbleibender Höhe entspricht dem kleineren Böschungswinkel die größere Anlage und umgekehrt. (Fig. 9.)

Fig. 9.



3. Bei einem Böschungswinkel von 45^0 ist die Anlage gleich der Höhe. (Fig. 10.)
4. Ändert sich die Anlage, so ändert sich bei gleichbleibender Höhe auch der Böschungswinkel. (Deduction aus 2, Fig. 9.)
5. Bei einem Böschungswinkel von 90^0 (Felsen) ist die Anlage gleich Null, bei 0^0 gleich der Böschungslinie.

Fig. 10.

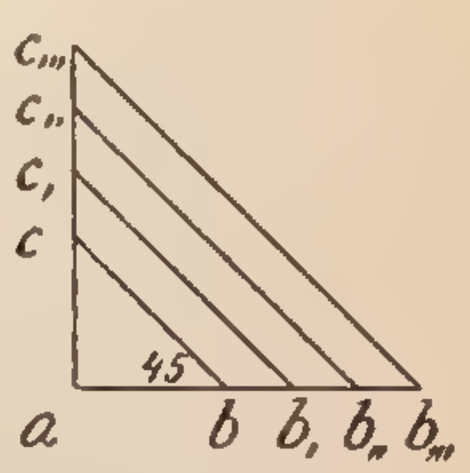


Fig. 4 unserer Aufgabe stellt eine „gerade stetige Fläche" dar; die Schichtenlinien sind gerade, der Böschungswinkel bleibt constant.

Fig. 5 stellt eine „eingebogen-stetige Fläche", Fig. 6 eine „ausgebogen-stetige Fläche" dar; bei beiden sind die Schichtenlinien gebogen, der Böschungswinkel constant.

In der Zeichnung unterscheidet sich der bessere Fahrweg vom erhaltenen Fahrwege dadurch, dass die strichulierte Linie bei diesem (Fig. 12) mit Rücksicht auf den allgemeinen Zug der Communication nördlich und westlich

Fig. 11.

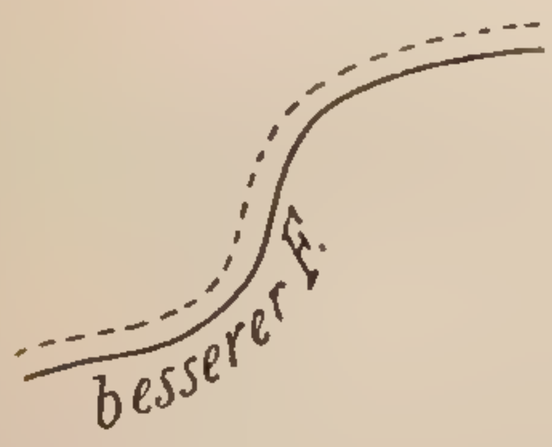
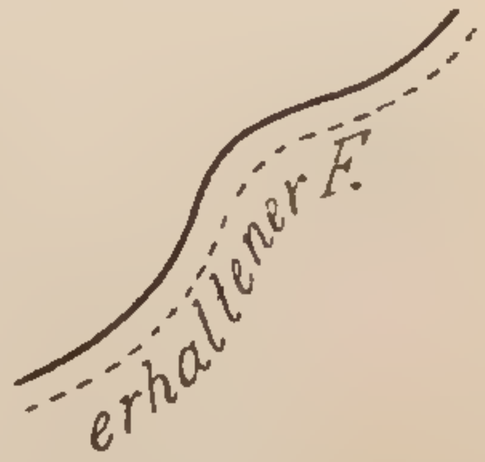


Fig. 12.



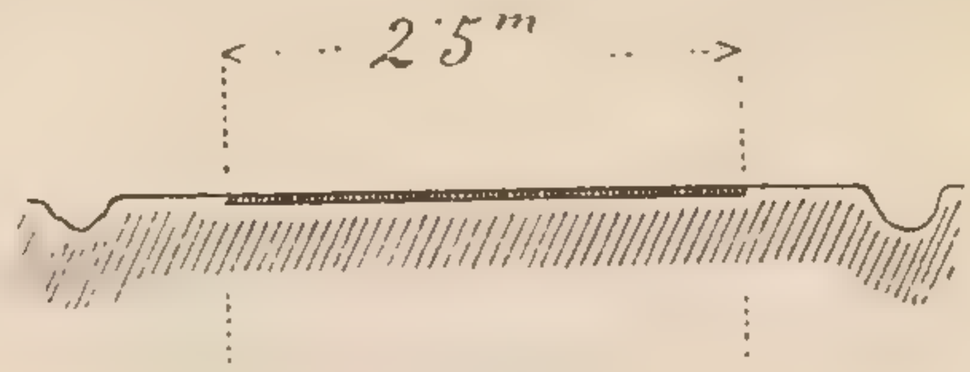
steht, bei jenem (Fig. 11) aber südlich und östlich; weiter ist beim ersteren die zweite Linie dünn, beim letzteren dick. Abstand der inneren Linienränder 1 *mm*.

Erhaltene Fahrwege sind Verbindungen von mindestens 2·5 *m* Fahrbahnbreite, bei welchen sowohl die Fahrbahn als auch die Objecte so erhalten werden, dass sie für Feldgeschütz und leichtes Trainfuhrwerk stets prakticabel sind. Die Benützbarkeit für schweres Fuhrwerk muss fallweise constatiert werden. Geschieht die Erhaltung der Fahrbahn nur mit Erde oder anderem nicht festem Material, so genügt dies nicht, um die Communication als „erhaltenen Fahrweg" zu bezeichnen. (Fig. 13.)

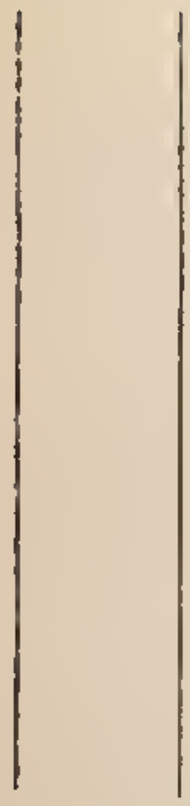
Fig. 15.

Solide Prügelwege, bei welchen die Streuhölzer gut verankert sind und die Streu erhalten wird, werden als „erhaltene Fahrwege" dargestellt.

Profil.



(Fahrbahnbreite.)
Fig. 13.



Bessere (straßenartige) Fahrwege sind solche namentlich im Osten der Monarchie vorkommende Communicationen, bei denen eine — wenn auch nothdürftige — Erhaltung der Objecte stattfindet, während die Fahrbahn in der Regel nicht erhalten wird, sondern nur durch die bedeutende Breite (mindestens 5 *m*) es ermöglicht, Schlaglöchern, ausgefahrenen Geleisen etc. auszuweichen. Bessere Fahrwege sind von Feldgeschützen und leichten Trainfuhrwerken gewöhnlich benützbar. Ein Befahren durch schwere Fuhrwerke kann nur bei sehr günstigen Verhältnissen stattfinden; jedenfalls muss eine Recognoscierung vorhergehen. (Fig. 14.)

Profil.

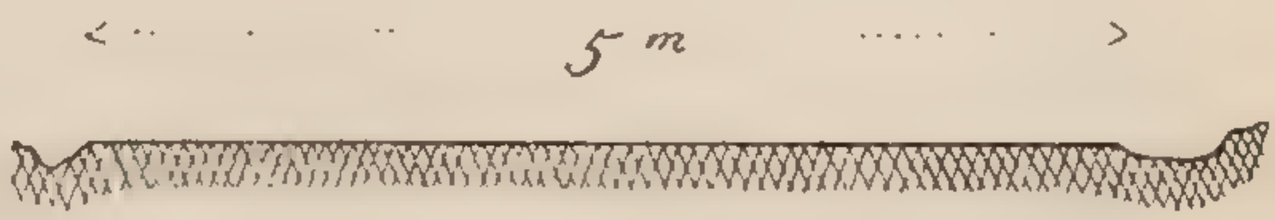


Fig. 14.

Für die Aufgabe wurde die Verjüngung 1 : 25.000 angenommen, das heißt: 1 *cm* auf der Zeichnung entspricht 25.000 *cm* (250 *m*) in der Natur.

Dieser Maßstab ist gebräuchlich für Pläne und bei der Militär-Landesaufnahme (Mappierung).

Bei 1:25.000 wird die Schichtenhöhe wie nebenstehend (Fig. 15) ausgedrückt.

Die Schichtenlinien werden mit Drachenblut ausgezogen. (Siehe Zeichenschlüssel.)

Beispiel.

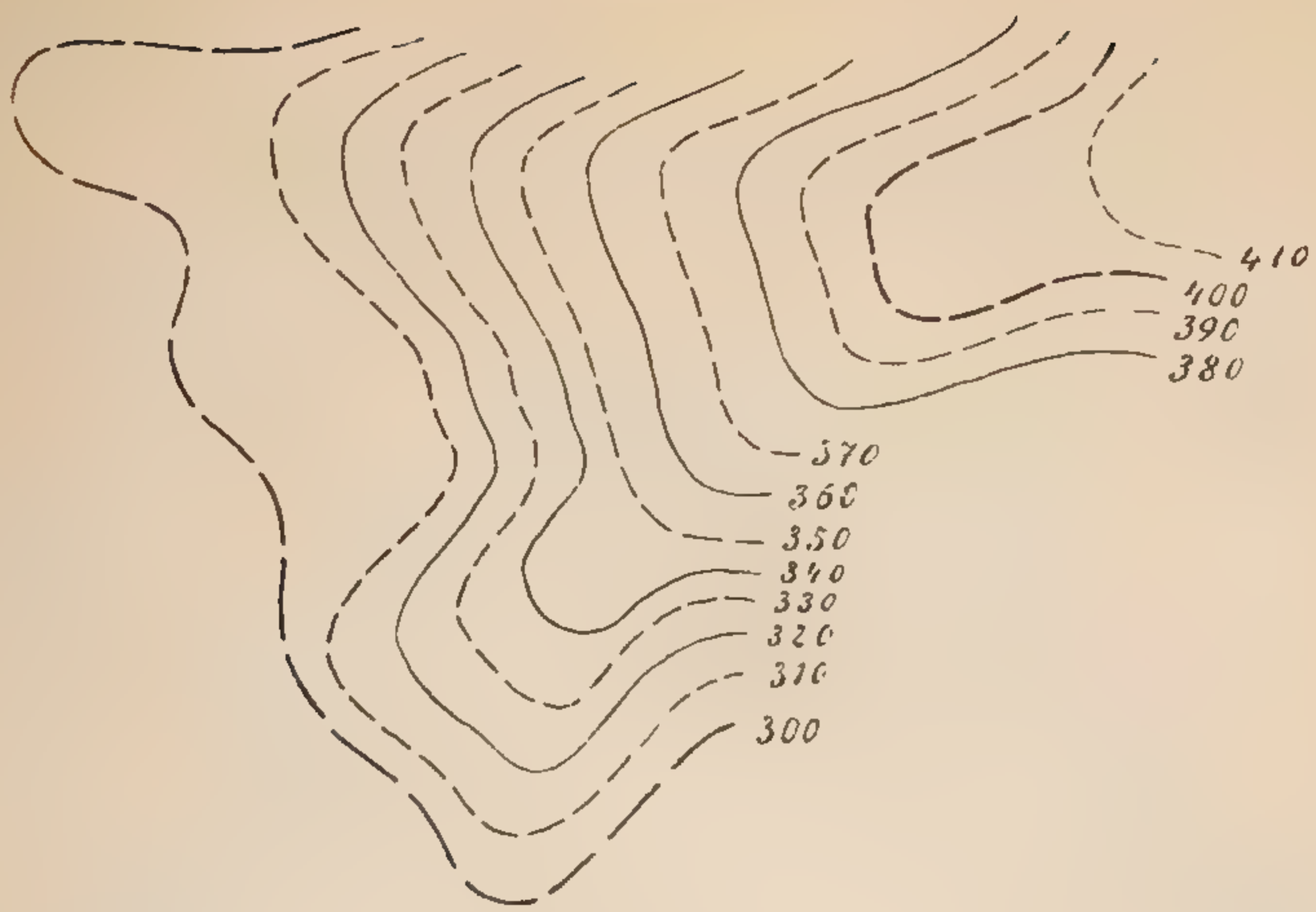


Fig. 16.

4.

Es ist eine concave Fläche (gerade, ausgebogen, eingebogen) mit drei Schichtenlinien zu zeichnen. Auf jeder Fläche soll eine ansteigende Landstraße führen.

Schichtenhöhe 50 *m*, 1 : 12.500.

Fig. 17.

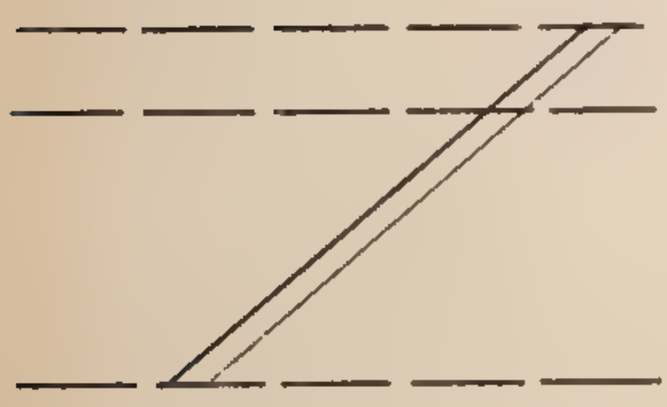
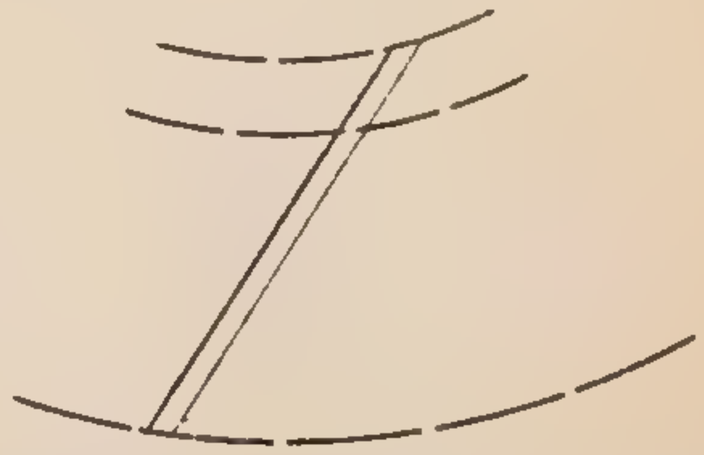


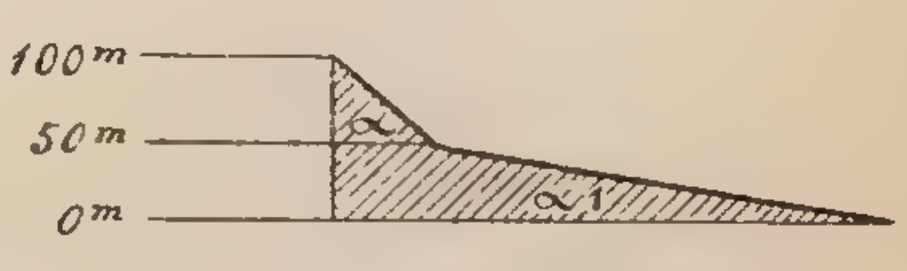
Fig. 18.

Fig. 19.



Die Flächen sind concav, weil der Böschungswinkel von oben nach unten immer kleiner wird, wie nachstehendes Profil zeigt. (Fig. 20.)

Fig. 20.



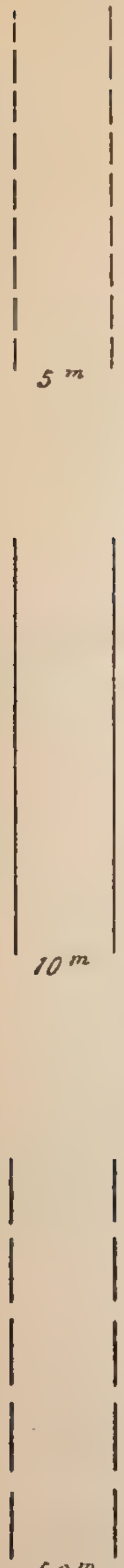
($\alpha > \alpha_1$)

Der kleineren Anlage entspricht immer der größere Böschungswinkel. (Siehe Aufgabe 3.)

Für die Aufgabe wurde die Verjüngung 1 : 12.500 angenommen, d. h. 1 *cm* auf der Zeichnung entspricht 12.500 *cm* (125 *m*) in der Natur. In diesem Maßstabe wird eine Zeichnung doppelt so groß als bei 1 : 25.000, denn eine Zeichnung hätte die natürliche Größe in der Verjüngung 1 : 1. Im Maße 1 : 2 ist die Zeichnung halb so groß wie die natürliche Größe, bei 1 : 3 ein Drittel, bei 1 : 4 ein Viertel u. s. w.

Man sieht daraus, dass je größer die zweite Zahl im Verhältnisse, desto kleiner die Zeichnung, woraus hervorgeht, dass 1 : 12.500 in der Zeichnung doppelt so groß ist als 1 : 25.000.

Fig. 21.



Die Verjüngung 1 : 12.500 ist gebräuchlich für Pläne und für die Aufnahme wichtiger Orte, wie Hauptstädte, Festungen, Weltbäder etc.

Die Schichtenhöhe wird wie nebenstehend in Fig. 21 ausgedrückt.

Die Schichtenhöhe ist somit bei gleichen conventionellen Bezeichnungen halb so groß als im Maße 1 : 25.000.

Die Landstraße steigt (fällt), weil sie mit den Schichtenlinien einen Winkel einschließt (siehe Aufgabe 3); somit würden Schraffen mit derselben einen Winkel unter 90° bilden. (Siehe Aufgabe 1.)

In der Darstellung unterscheidet sich eine Landstraße von einer Chaussée dadurch, dass diese (Fig. 22) mit zwei dicken Linien, jene mit einer dicken und einer feinen Linie gezeichnet ist. Der Abstand der inneren Linienränder beträgt bei beiden 1 *mm*, die Strichstärke der dicken Linien 0·2 *mm*. In colorierten Plänen werden beide Communicationen roth gezeichnet. Die feine Linie bei der Landstraße muss erkennbar schwächer und mit Berücksichtigung des allgemeinen Zuges immer südlich und östlich der starken Linie geführt sein.

Fig. 22.

Chausséen (verlässliche Straßen) sind kunstgerecht angelegte Communicationen, welche eine Fahrbahnbreite von mindestens 2·5 *m* und solide Objecte haben, daher von den schwersten Armeefuhrwerken dauernd benützt werden können. (Für den Transport der 15 *cm* Hinterlad-Kanonen wird es jedoch fast immer nothwendig sein, die zu passierenden Objecte bezüglich ihrer Tragfähigkeit zu untersuchen.)

Bau und Erhaltung sollen den strengsten Anforderungen entsprechen, auch kurze Steigungen höchstens 1 : 15 (7 %) betragen, die Wendungen selbst für den sechsspännigen Zug anstandslos benützbar sein. (Fig. 23.)

Landstraßen (minderverlässliche Straßen) sind gleichfalls kunstgerecht angelegte Communicationen, welche eine Fahrbahnbreite von mindestens 2·5 *m* und solide Objecte haben, deren Bau und Erhaltung jedoch nicht in so vollkommener Weise den Anforderungen entspricht, wie dies bei Chausséen der Fall ist, weshalb vor einer längeren Benützung durch schweres Armeefuhrwerk oder bei ungünstigen Verhältnissen eine Recognoscierung nöthig sein wird. (Fig. 23.)

Profil.

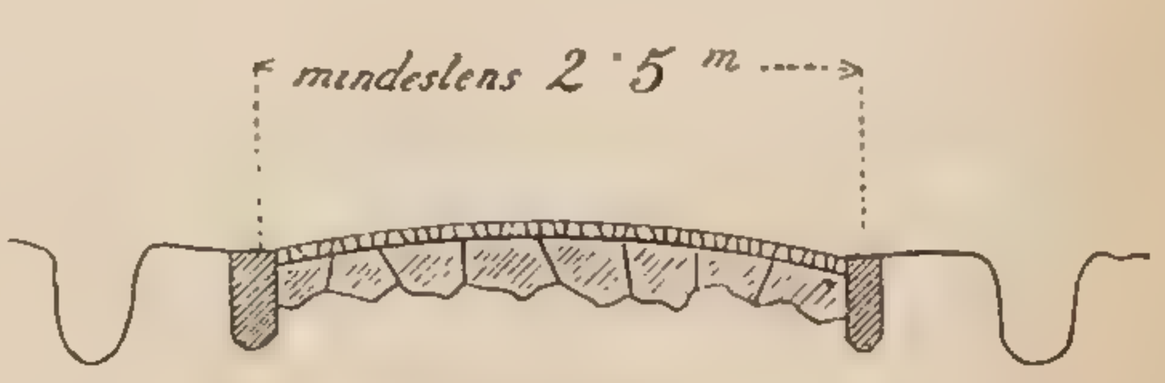


Fig. 23.

Die Steigung 1 : 15 bedeutet, dass auf 15 *m* Entfernung höchstens 1 *m* Steigung sein darf, oder, rund genommen, auf 100 *m* Entfernung 7 *m* (4°). (Fig. 24.)

Fig. 24.

Größere Steigungen, bei denen Vorspann erforderlich ist, werden bei Landstraßen wie in Fig. 25 ausgedrückt.

Fig. 25.

Fig. 26.

1 : 12.500 und 1 : 25.000

1 : 75.000

Straßenwendungen, welche für sechsspännige Fuhrwerke nicht passierbar sind, werden wie in Fig. 26 dargestellt.

5.

Gegeben ist ein Saumweg. (Fig. 27, 28, 29.)

Es ist eine convexe Fläche (gerade, ausgebogen, eingebogen) so zu zeichnen, dass der Saumweg die gleiche Steigung hat wie die Böschung.

Schichtenhöhe 50 *m*, 1 : 75.000.

Fig. 27.

Fig. 28.

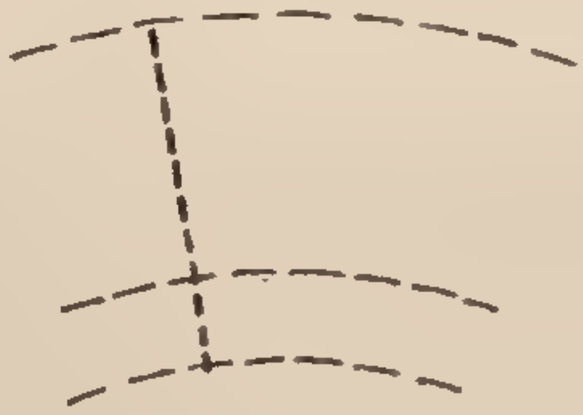
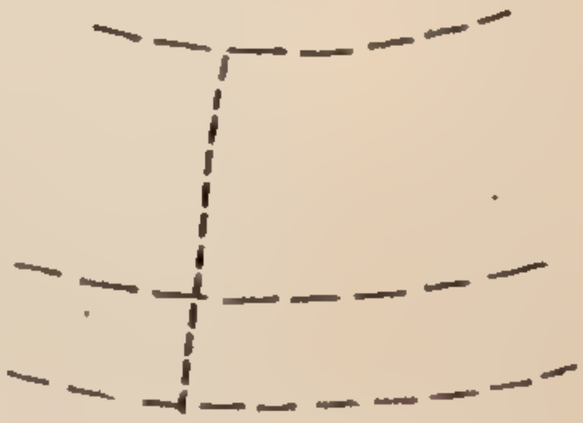


Fig. 29.

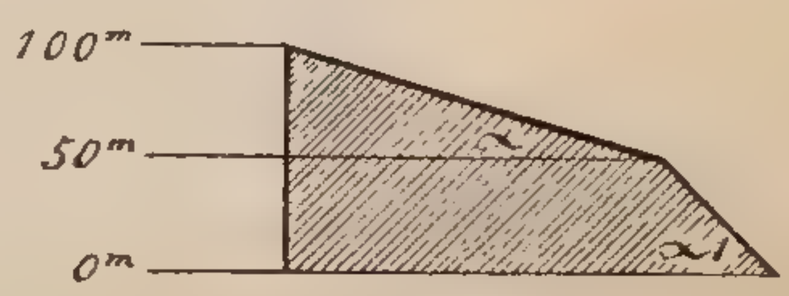


Die Flächen sind convex, weil der Böschungswinkel von oben nach unten immer größer wird, wie nachstehendes Profil zeigt. (Fig. 30.)

Im Maße 1 : 75.000, gebräuchlich für die Specialkarte der Monarchie, wird die Schichtenhöhe wie in Fig. 31 ausgedrückt.

Der Saumweg (Fig. 27, 28, 29) hat die gleiche Steigung wie die Böschung, weil er senkrecht auf die Schichtenlinien führt,

Fig. 30.



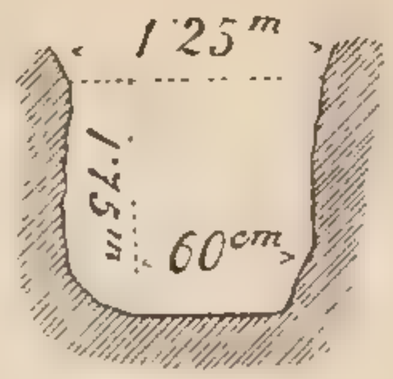
($\alpha < \alpha_1$)

Fig. 31.

somit mit den Schraffen den Winkel von 0^0 einschließt. (Siehe Aufgabe 2.)

In der Darstellung unterscheidet sich ein Saumweg von einem Fußsteig dadurch, dass jener strichuliert (Fig. 32), dieser punktiert (Fig. 33) wird.

Saumwege (Reitwege) sind Communicationen, welche für den Verkehr mit beladenen Saumthieren, sowohl bergauf als bergab, geeignet sind. Hieher gehören auch die nicht fahrbaren Leinpfade und Treppelwege längs Flüssen.



(Saumweg) Fig. 32.

(Fußsteig) Fig. 33.

Mindeste Breite 0·6 *m*; mit Rücksicht auf die Packung der Armeetragthiere muss 1·75 *m* über dem Boden eine freie Breite von 1·25 *m* und bei Hohlbauten oder an überhängenden Stellen eine freie Höhe von 2·5 *m* vorhanden sein.

Fußwege (Fußsteige) sind in der Regel nur für den Verkehr von Menschen, mitunter auch für unbeladene Tragthiere geeignet; sie sind wichtig, wo die Bewegung seitwärts derselben schwer oder gar nicht möglich ist (Gletscher, Felsen, Wald, Weichland).

50 m

100 m

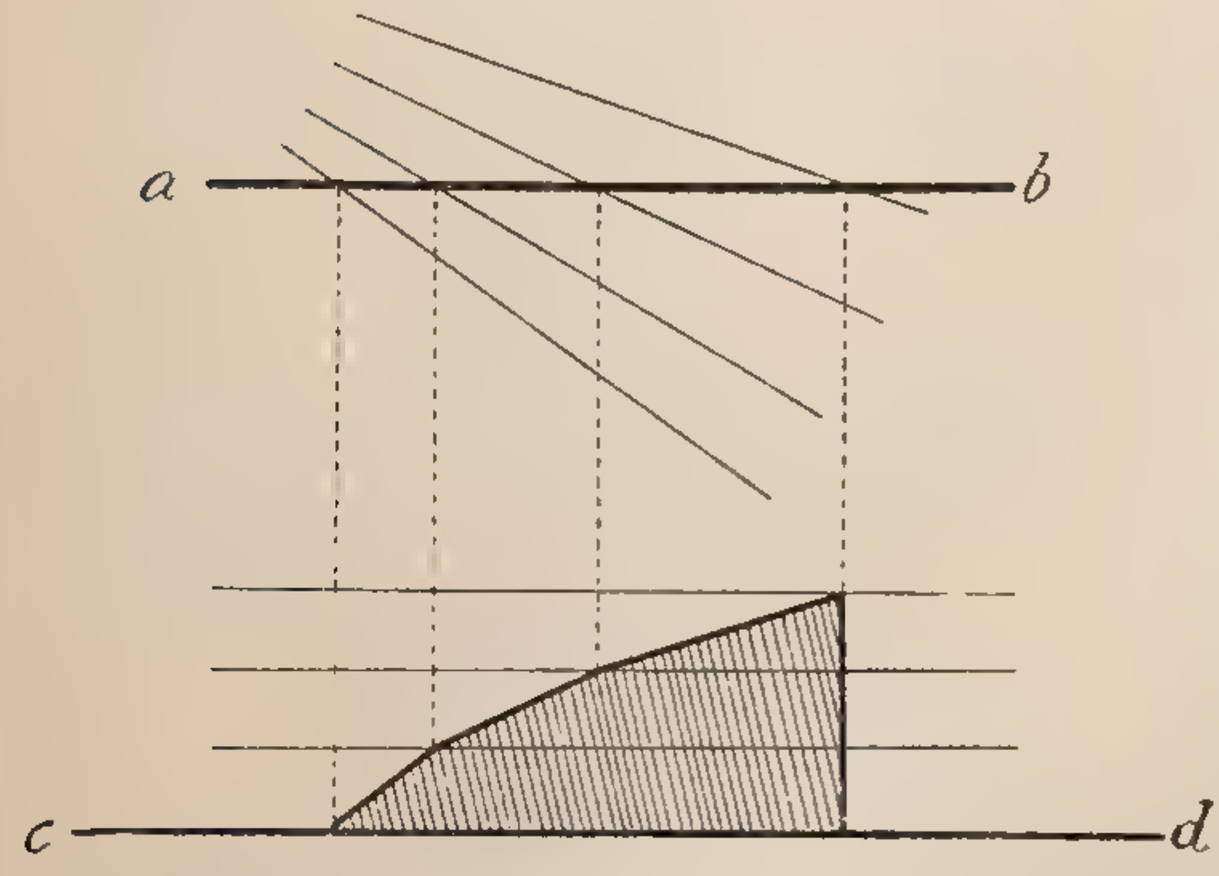
6.

Gegeben ist eine windschief-gerade-stetige Fläche in Schichtenlinien.

Es ist ein Profil in der Richtung *a b* zu legen.

Schichtenhöhe willkürlich.

Fig. 34.



Die Fläche (Fig. 34) ist eine windschief-gerade, weil die Anlage zwischen denselben Schichtenlinien immer stetig zunimmt und weil die Schichtenlinien gerade sind. Der Böschungswinkel bleibt in der Richtung der Fallinie immer gleich, man nennt die Fläche deshalb „windschief-gerade-stetige Fläche". Im selben Sinne unterscheidet man „windschief-gerade-convexe und -concave Flächen", dann „windschief-ausgebogen-stetig, -convexe und -concave", endlich „windschief-eingebogen-stetig, -convexe und -concave Flächen". Alle windschiefen

Flächen bilden die 9 unregelmäßigen Flächenelemente zum Unterschiede von den regelmäßigen (Aufgabe 3, 4, 5).

Zur Construction eines Profiles in einer gegebenen Richtung zieht man eine Parallele ($c\,d$) zu dieser. Nun trägt man auf eine Senkrechte die angenommene oder die wirkliche Höhe in verjüngtem Maße auf und zieht in der entsprechenden Höhe so viele Parallelen zur Basis, als in der Zeichnung von der Durchschnittsebene ($a\,b$) Schichtenlinien durchquert werden. Diese Parallelen bilden nun die Vertical-Projection der Schichtenlinien; es entspricht daher $c\,d$ der untersten Schichtenlinie in der Zeichnung, die zweite der nächsthöheren u. s. w.

Die Durchschnittspunkte der Schichtenlinien in der Zeichnung mit der Ebene $a\,b$ werden senkrecht auf $c\,d$ projiciert; auf diese Weise erhält man neue Durchschnittspunkte mit den entsprechenden Schichtenlinien. Verbindet man diese Punkte, so erhält man das Profil.

7.

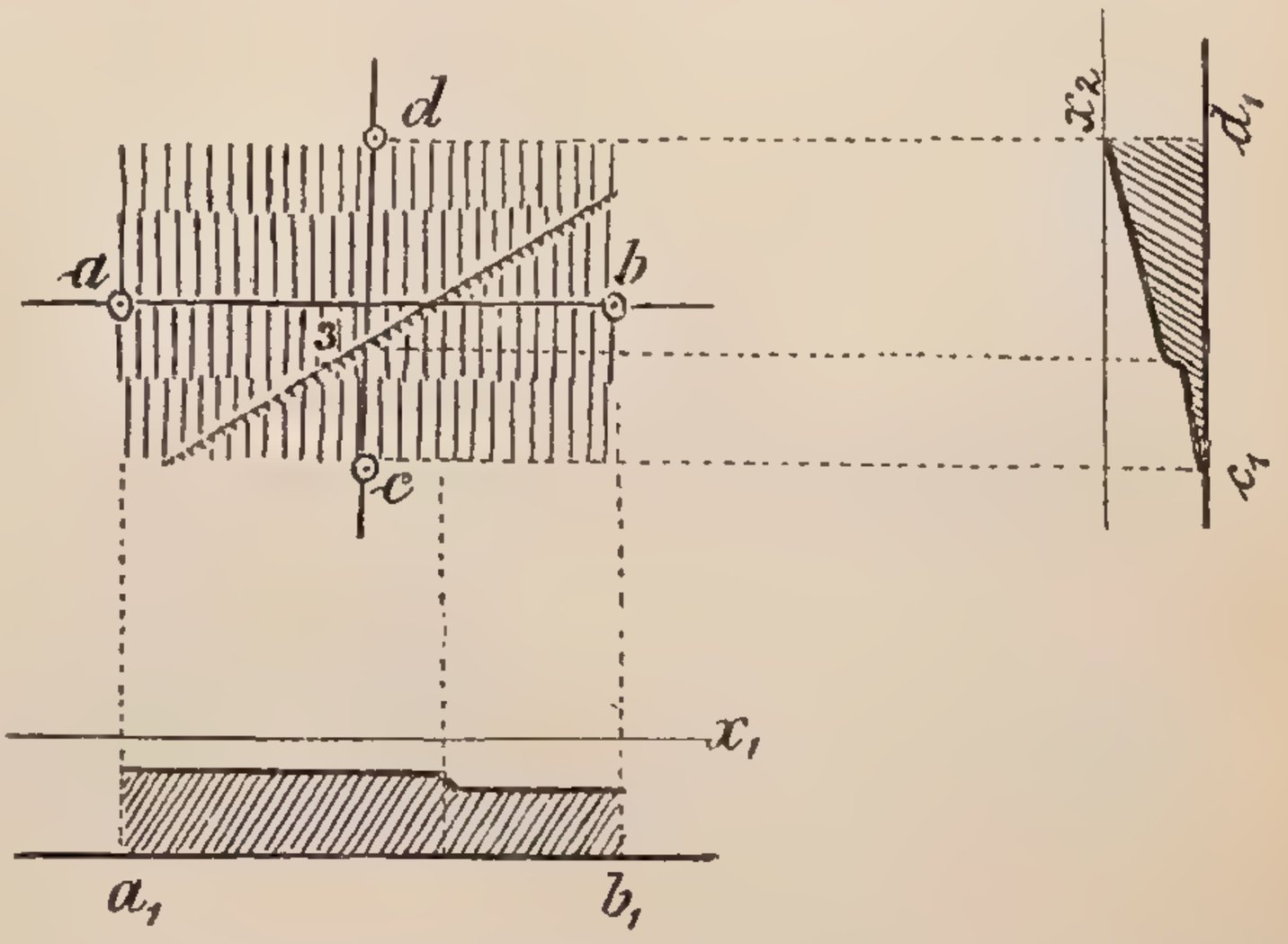
Gegeben ist eine gerade-stetige Fläche mit einer Terrainstufe. (Fig. 35.)

Es sind Profile in der Richtung $a\,b$ und $c\,d$ zu legen.

Schichtenhöhe beliebig.

Die Fläche ist gerade, weil die senkrecht auf die Schraffen geführten Horizontalen gerade sind. Sie ist stetig, weil der Böschungswinkel (aus den Schraffen erkennbar) in der Richtung der Fallinie überall gleich ist. (Aufgabe 3.)

Fig. 35.



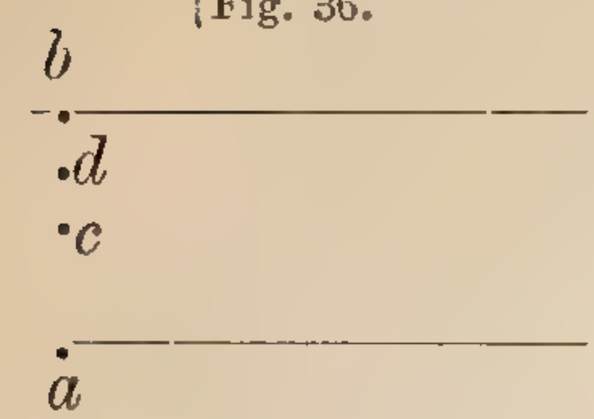
Die Höhendifferenz zwischen c und d wurde mit $a_1\,x$ angenommen. Da $a\,b$ gerade in der halben Höhe der stetigen Fläche führt, muss dies im Profile auch der Fall sein. Ebenso wird im Profile rechts (Längenprofil) der höchste Punkt x_2 dem höchsten Punkte d in der Zeichnung entsprechen und in analoger Weise Punkt c_1 dem Punkte c.

Jedes Detail (hier die Terrainstufe) muss profiliert werden.

8.

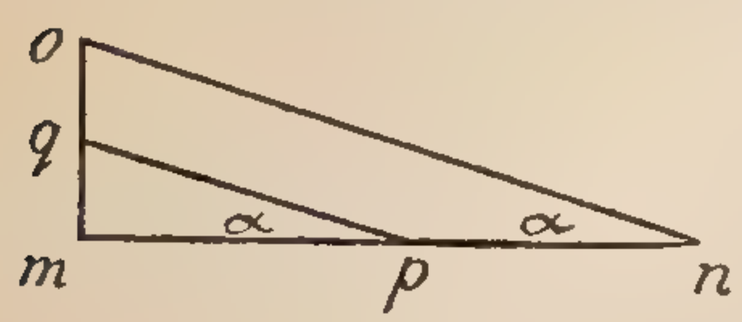
Wie hoch sind die Punkte *b*, *c*, *d*, wenn *a* 260 *m* ist? Maßstab 1 : 25.000. (Fig. 36.)

Fig. 36.



Durch die Verjüngung 1 : 25.000 weiß man, dass die gezeichneten Schichtenlinien 20 *m* Höhe ausdrücken; es wird somit der Punkt *b*, welcher gerade auf einer Schichtenlinie steht, 20 *m* höher (relative Höhe) als *a* sein, was einer absoluten Höhe von 280 *m* entspricht.

Fig. 37.



Bei gleichbleibendem Böschungswinkel nimmt die Höhe proportional mit der Anlage zu oder ab. (Fig. 37.)

$$\sphericalangle m p q = \sphericalangle m n o = \sphericalangle \alpha$$

$$m p = p n = \frac{m n}{2}, \text{ somit ist } m q = q o = \frac{m o}{2}$$

Die Anlage $a c$ ist gleich $\frac{a b}{2}$; nachdem ein Böschungswechsel nicht ausgedrückt ist, muss die Höhe von *c* proportional der Anlage sein. Es ergibt sich aus obigem $c = \frac{20\,m}{2} = 10\,m$, somit 270 *m* absolute Höhe.

Auf die gleiche Weise lässt sich die Höhe von *d* finden.

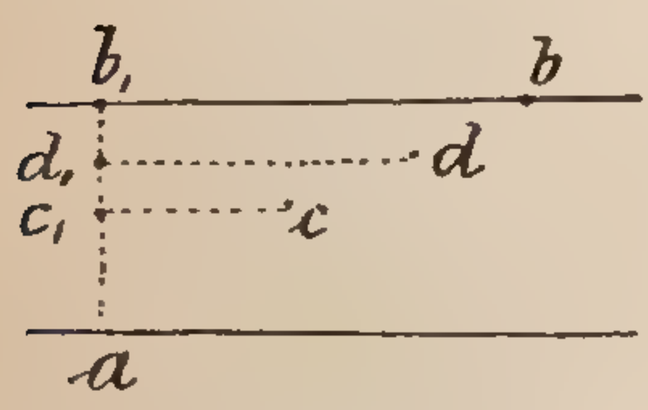
Die Anlage $a d$ ist gleich $\frac{a b}{4} \cdot 3$, somit drei Viertel der ganzen Anlage. Ebenso muss die Höhe von *d* drei Viertel der ganzen Höhe betragen, d. i. 15 *m*, somit 275 *m* absolute Höhe.

9.

Wie hoch sind die Punkte *a*, *b*, *d* (Fig. 38), wenn *c* 275 *m* ist? Maßstab 1 : 12.500.

Durch die Verjüngung 1 : 12.500 weiß man, dass die gezeichneten Schichtenlinien 10 *m* Höhe ausdrücken; es ist somit der Punkt *b* 10 *m* höher als *a*, nachdem alle Punkte auf einer und derselben Schichtenlinie untereinander gleich hoch sind; es bleibt somit gleichgiltig, ob *b* in derselben Fallinie mit *a* liegt oder nicht.

Fig. 38.



Denkt man sich zwischen *b* und *a* unendlich viele Zwischenlinien gelegt, die ebenfalls horizontal sind, so gilt dann dasselbe bezüglich der Punkte *c* und *d*.

Die relativen Höhenunterschiede erfährt man an der Hand der Erklärungen der vorigen Aufgabe, wenn man alle Punkte so auf ihren Schichtenlinien verschiebt, dass sie in eine Fallrichtung gelangen.

Es wäre somit $c = 275\,m$
$a = 270\,m$
$b = 280\,m$
$d = 277{\cdot}5\,m$

10.

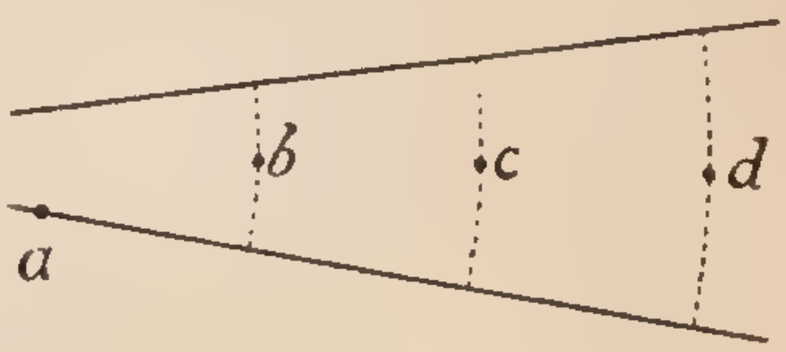
Wie hoch sind die Punkte *b*, *c*, *d* (Fig. 39), wenn *a* 200 *m* hoch ist?

Maßstab 1 : 75.000.

Durch die Verjüngung 1 : 75.000 weiß man, dass die gezeichneten Schichtenlinien 100 *m* Höhe ausdrücken.

Bringt man *a* im Sinne der Aufgabe 9 in die Fallrichtung der zu bestimmenden Punkte, so sieht man, dass *b*, *c*, *d* gerade die halbe Anlage haben, was die Hälfte der Schichtenhöhe zur Folge hat.

Fig. 39.



Es wäre somit $a = 200\,m$

$b,\ c,\ d = \frac{100}{2} = 50$, somit 250 *m* absolute Höhe.

11.

Wie hoch ist der Punkt *b* (Fig. 40), wenn *a* 235 *m* ist?

Maßstab 1 : 25.000.

$\alpha = 45^0$.

Laut Aufgabe 3, Punkt 3, ist bei einem Böschungswinkel von 45^0 die Höhe gleich der Anlage.

Die Anlage beträgt in der Zeichnung 8 *mm*.

Fig. 40.

Man bekommt dieselbe, wenn man beide Punkte in eine Fallrichtung bringt, indem man sie senkrecht auf die Schraffen verschiebt.

Durch Proportion-Rechnung muss man erfahren, wie vielen Metern in der Natur 8 *mm* auf der Zeichnung entsprechen, wenn der Maßstab 1 : 25.000 ist, womit, wie bekannt, ausgedrückt sein soll, dass 1 *cm* auf der Zeichnung 25.000 *cm* in der Natur entsprechen.

$$10 : 8 = 250.000 : x$$

$$x = \frac{8 \times 250.000}{10} = 200.000\,mm = 200\,m$$

Nachdem die Höhe bei 45^0 gleich der Anlage ist, so ist *b* 200 *m* höher als *a*, somit 435 *m*.

Den Böschungswinkel der Fläche erfährt man durch Vergleichung mit einer Schraffenscala. (Siehe Zeichenschlüssel.) Da aber selten eine solche bei der Hand ist, wird die Gradation nach dem Augenmaße beurtheilt.

Dafür dienen folgende Anhaltspunkte:

Von 40 bis 45° verhält sich die Schraffe zum Intervalle

wie 8 : 8
Von 35 bis 40° „ 7 : 9
„ 30 „ 35° „ 6 : 10
„ 25 „ 30° „ 5 : 11
„ 20 „ 25° „ 4 : 12
„ 15 „ 20° „ 3 : 13 etc. etc.

Wie ersichtlich, ergänzen sich beide Verhältniszahlen immer auf 16. Man findet diese Verhältniszahlen leicht, wenn man die Gradation durch 5 dividiert und für die zweite Verhältniszahl die Ergänzung auf 16 nimmt, z. B. $30° : 5 = 6 : 10$.

Umgekehrt, wenn man die Verhältniszahlen aus der Zeichnung abliest, multipliciert man die erste mit 5 und erhält auf diese Weise den Böschungswinkel. Dies gilt nur für Pläne, und zwar sowohl für die Maximal- als auch für die Minimal-Schraffenscala.

Bei jener entfallen 13 Schraffen, bei dieser 20 auf 1 *cm*.

Erstere wird beim Schraffieren von großen, einförmigen Formen, letztere für Details angewendet.

Für die Normal-Schraffenscala der Specialkarte gelten folgende Verhältniszahlen:

von	45°	aufwärts,	48	Theile	schwarz,	32 weiß.
bei	40°		43	„	„	37 „
„	35°		38	„	„	42 „
„	30°		33	„	„	47 „
„	25°		28	„	„	52 „
„	20°		23	„	„	57 „
„	15°		18	„	„	62 „
„	10°		13	„	„	67 „
„	5°		8	„	„	72 „

unter 5° ganz dünne Schraffen.

Die Summe der Verhältniszahlen ergibt hier immer 80. Die erste Zahl findet man, wenn man zum Böschungswinkel 3 dazu addiert.

12.

Wie hoch ist der Punkt *b* (Fig. 41), wenn *a* 50 *m* hoch ist? Maßstab 1 : 12.500.

Fig. 41.

$\alpha = 10°$

$a = 1\,cm$, in der Natur $= 125\,m$

$h = a \times \text{tg}\,\alpha$ oder ohne trigonometrische Berechnung

$$h = \frac{a \times \alpha}{57}$$

Berechnung:

1. $\log h = \log 125 + \log \operatorname{tg} 10^0 = \begin{array}{r} 2{\cdot}0969100 \\ 9{\cdot}2463188 - 10 \\ \hline 11{\cdot}3432288 - 10 \end{array}$

$$h = \mathbf{22{\cdot}0\,m}$$

2. $h = \dfrac{125 \times 10}{57} = 1250 : 57 = \mathbf{21{\cdot}9\,m}.$

Die absolute Höhe von b ist somit $50 + 22 = 72\,m$.

Die Formel $h = \dfrac{a \times \alpha}{57}$ ergibt sich aus der von den Geometern verwendeten Gleichung

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{a} = \frac{7}{400}\,\alpha \left[1 + \left(\frac{\alpha}{100}\right)^2\right] = \frac{1}{57{\cdot}14} \cdot \alpha \left[1 + \left(\frac{\alpha}{100}\right)^2\right]$$

welche das Verhältnis $\dfrac{h}{a}$ bei Winkeln bis zu 20^0 sehr genau wiedergibt.

Durch Vernachlässigung des quadratischen Gliedes erhält man für die militärisch wichtigen Gradationen von 0^0 bis 20^0 die für die Praxis noch hinlänglich genaue Formel:

$$\frac{h}{a} = \frac{\alpha}{57} \text{ und hieraus } a = \frac{57\,h}{\alpha}$$

Für die Winkel von 25^0 bis 40^0 ist besser $a = \dfrac{50\,h}{\alpha}$ zu verwenden.

Für $\alpha = 45^0$ ist natürlich $a = \dfrac{45\,h}{\alpha} = h$

Zum Berechnen des Böschungswinkels ergibt sich demnach die Formel: $\alpha = \dfrac{57\,h}{a}$ respective $\dfrac{50\,h}{a}$

13.

Wie hoch ist der Punkt b (Fig. 42), **wenn a 100 m hoch ist? Maßstab 1 : 25.000.**

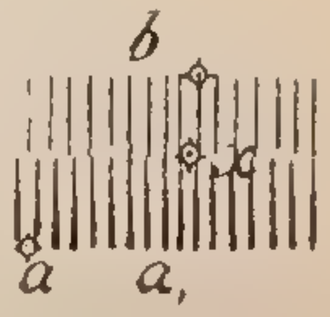
Die Gradation von b nach $x = 5^0$.

„ „ „ x (in der Fallrichtung nach a_1 weiter) 15^0.

Die Anlage $b\,x = 4\,mm$; in der Natur $= 100\,m$.

„ „ $x\,a_1 = 5\,mm$; „ „ „ $= 125\,m$.

Fig. 42.



Mit diesen Daten ist auch die Höhe bestimmt, welche für jede Böschung „extra" zu berechnen ist, und zwar:

$$h = \frac{a}{57} \cdot \alpha = \frac{100}{57} \cdot 5 = 9\,m$$

$$\frac{125}{57} \cdot 15 = 32\,m$$

Somit ist die absolute Höhe von $b = 100\,m + 9\,m + 32\,m = 141\,m$.

14.

Wie groß ist der Böschungswinkel von *a* nach *b*? (Fig. 43.)

Maßstab 1 : 25.000.

Fig. 43.

$$\alpha = \frac{h \times 57}{a}$$

h (im Maße 1 : 25.000) $= \frac{20}{250} = 0{\cdot}08\,cm$

$a = 13\,mm = 1{\cdot}3\,cm$

daher $\alpha = \frac{0{\cdot}08}{1{\cdot}3} \times 57 = 3{\cdot}5^0 = \mathbf{3^0\,30^I}$

Trigonometrisch berechnet ist $\text{tg}\,\alpha = \frac{h}{a}$, daher:

$\log \quad 20 = 1{\cdot}3010300$

$\log \; 325 = 2{\cdot}5118834$

$\log \text{tg}\,\alpha = 8{\cdot}7891466 - 10$

$\alpha = \mathbf{3^0\,31^I}$

Die Höhe ist durch die Schichtenlinien ausgedrückt.

Im Maße 1 : 25.000 bezeichnen zwei feine ununterbrochene Linien einen Schichtenabstand von 20 *m*, also $h = 20\,m$.

Graphische Construction
für die Anlagen-Scalen im Maßstabe 1 : 25.000
Schichtenhöhe = 100 *m*.

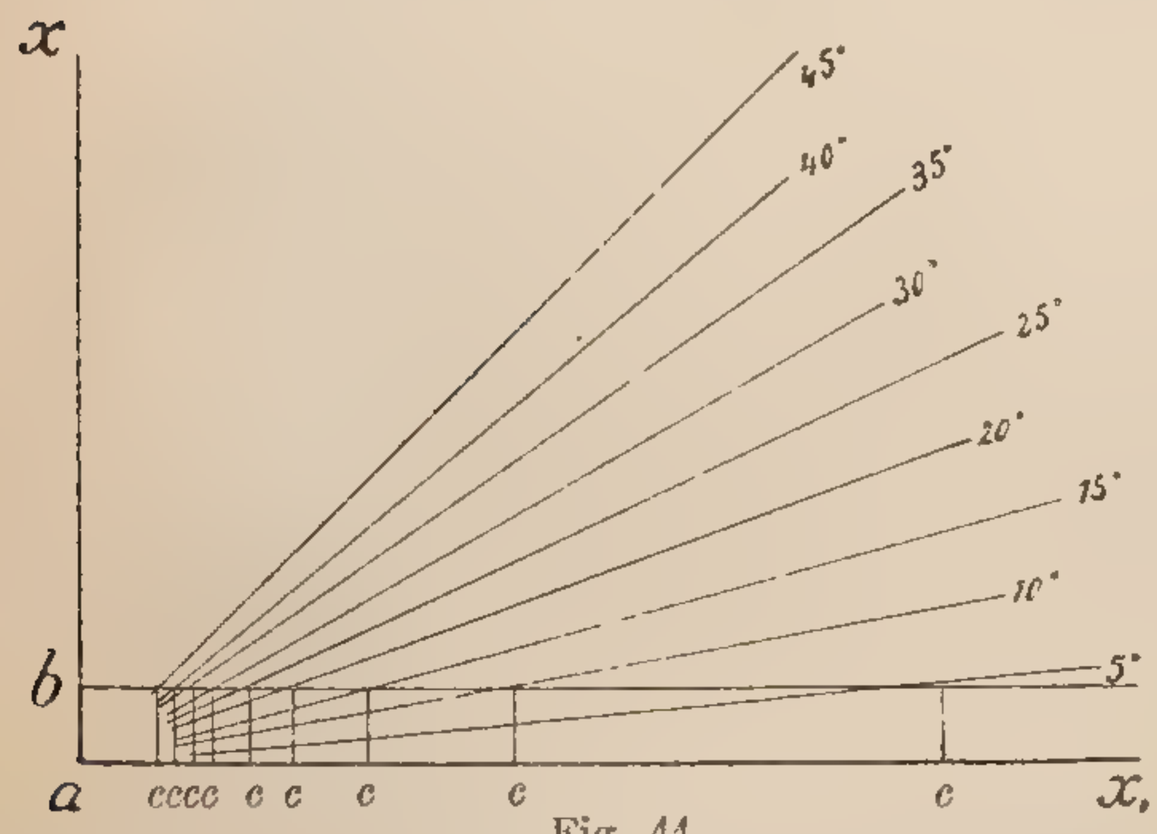


Fig. 44.

Die Anlage von *a* nach *b* beträgt 13 *mm*; in der Natur = 325 *m*. (Siehe Aufgabe 11.)

Steht ein Anlage-Maßstab zur Verfügung (siehe Zeichenschlüssel), so kann der Böschungswinkel direct abgelesen werden.

Die Construction eines Anlage-Maßstabes geschieht auf folgende Arten (Fig. 44):

1. Graphisch.

Man überträgt auf eine Linie im Punkte *a* die Winkel von 5° zu 5° bis zu 45° und errichtet sodann in dem gemeinschaftlichen Scheitelpunkt *a* eine Senkrechte *a x*. Auf diese Senkrechte wird die Schichtenhöhe (im verjüngten

Maße), für welche der Anlage-Maßstab dienen soll, aufgetragen. Hier erscheint $a\,b = 100\,m$.

Im Maße 1 : 25.000 wären für eine Schichtenhöhe von

$100\,m$, $0{\cdot}4\,cm$ aufzutragen
$20\,m$, $0{\cdot}08\,cm$ „ $\left(= \frac{1}{5} . 0{\cdot}4\,cm\right)$
$10\,m$, $0{\cdot}04\,cm$ „ $\left(= \frac{1}{10} . 0{\cdot}4\,cm\right)$

Für die Berechnung siehe Aufgabe 11.

Im Maße 1 : 12.500 für $50\,m$, $0{\cdot}4\,cm$
„ $10\,m$, $0{\cdot}08\,cm$ $(= 1/5 . 0{\cdot}4\,cm)$
„ $5\,m$, $0{\cdot}04\,cm$ $(= 1/10 . 0{\cdot}4\,cm)$

Durch den Punkt *b* zieht man weiter eine Parallele zur Basislinie $a\,x$, und durch die Schnittpunkte dieser Parallelen mit dem oberen Winkelschenkel Senkrechte auf die Basis.

Der Abstand vom gemeinschaftlichen Scheitelpunkte der Winkel a bis zum Fußpunkte einer Senkrechten (c) bildet die Anlage für den betreffenden Böschungswinkel, zu dem die Senkrechte gehört, und für die angenommene Höhe.

Trägt man die Höhe x-fach auf, um die Construction deutlicher zu machen, so erhält man dementsprechend auch die Anlage x-fach.

2. Durch Rechnung.

a) Trigonometrisch: Nach der Formel $a = \frac{h}{\text{tang } \alpha} = h \,.\, \text{cotg } \alpha$.

b) Algebraisch und mit annähernder Richtigkeit nach der in der Aufgabe 12 angegebenen Formel $a = \frac{57\,h}{\alpha}$ respective $\frac{50\,h}{\alpha}$

15.

Wie groß ist der Böschungswinkel von *a* nach *b*? (Fig. 45.)

Maßstab 1 : 12.500.

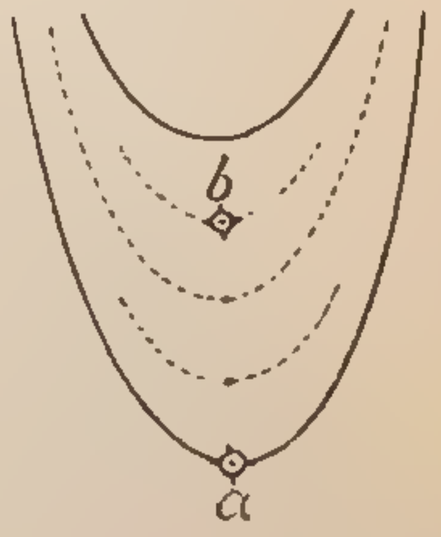
$$h = \frac{7{\cdot}5}{125} = 0{\cdot}06\,cm$$

$a = 1{\cdot}2\,cm$, daher

$$\alpha = \frac{h \times 57}{a} = \frac{0{\cdot}06 \times 57}{1{\cdot}2} = \frac{3{\cdot}42}{1{\cdot}2} = \mathbf{2^0\,51^I}$$

Die trigonometrische Berechnung ergibt ohne Secundenangabe $\alpha = \mathbf{2^0\,40^I}$.

Fig. 45.



Die Höhe von einer Schichtenlinie zur anderen ist hier $= 10\,m$, da die Verjüngung 1 : 12.500 gegeben wurde.

Der Punkt *b* (siehe Aufgabe 8) liegt im dritten Viertel der ganzen Höhe und ist somit $7{\cdot}5\,m$ höher als *a*.

Die Anlage $a\,b$ beträgt $1{\cdot}2\,cm$ (in der Natur $150\,m$).

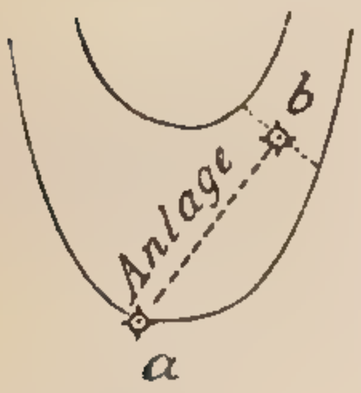
16.

Wie groß ist der Böschungswinkel von *a* nach *b*? (Fig. 46.)
Maßstab 1 : 25.000.

$$\alpha = \frac{h}{a} \,.\, 57 = \frac{10}{300} \,.\, 57 = \frac{570}{300} = \mathbf{1^0\,54^I} \text{ oder circa } 2^0.$$

Trigonometrisch berechnet nach der Formel $\text{tg}\ \alpha = \frac{h}{a}$ ergibt sich ohne Secundenangabe $\alpha = \mathbf{1^0\,54^I}$.

Fig. 46.



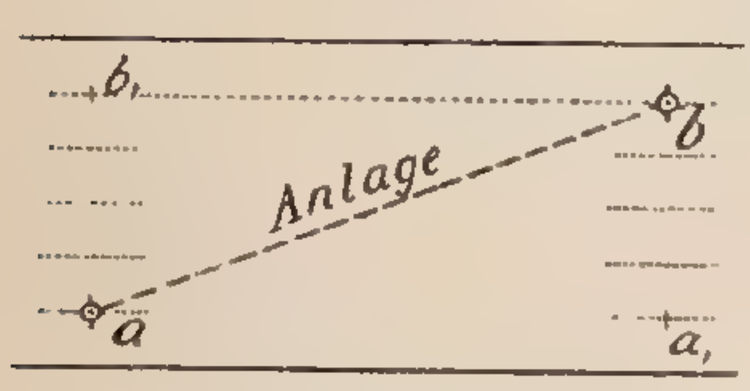
Der Vertical-Abstand der Schichtenlinien beträgt hier 20 *m*. Da der Punkt *b* in der Hälfte der Fallinie liegt, wird er 10 *m* höher sein als *a*, somit $h = 10\,m$. (Siehe Aufgabe 8.)

Die Anlage *a b* (siehe Aufgabe 3, Profilsdreieck) beträgt 1·2 *cm*; in der Natur 300 *m*.

17.

Wie groß ist der Böschungswinkel von *a* nach *b*? (Fig. 47.)
Maßstab 1 : 25.000.

Fig. 47.



Der Vertical-Abstand der Schichtenlinien beträgt hier 20 *m*. Der Punkt *a* liegt im ersten Sechstel, der Punkt *b* im fünften Sechstel der ganzen Höhe.

a ist somit 3·3 *m* hoch | Höhenunterschied
b „ „ 16·5 *m* „ | = 13·2 *m*

oder kürzer gefasst $20 \times {}^4/_6 = 13{\cdot}3\,m$.

Die Anlage *a b* beträgt 3·2 *cm*; in der Natur 800 *m*.

$$\alpha = \frac{h}{a} \,.\, 57 = \frac{13{\cdot}3 \,.\, 57}{800} = 0{\cdot}95^0 = \mathbf{0^0\,57^I}.$$

Die trigonometrische Berechnung ergibt $\alpha = \mathbf{0^0\,56^I}$.

18.

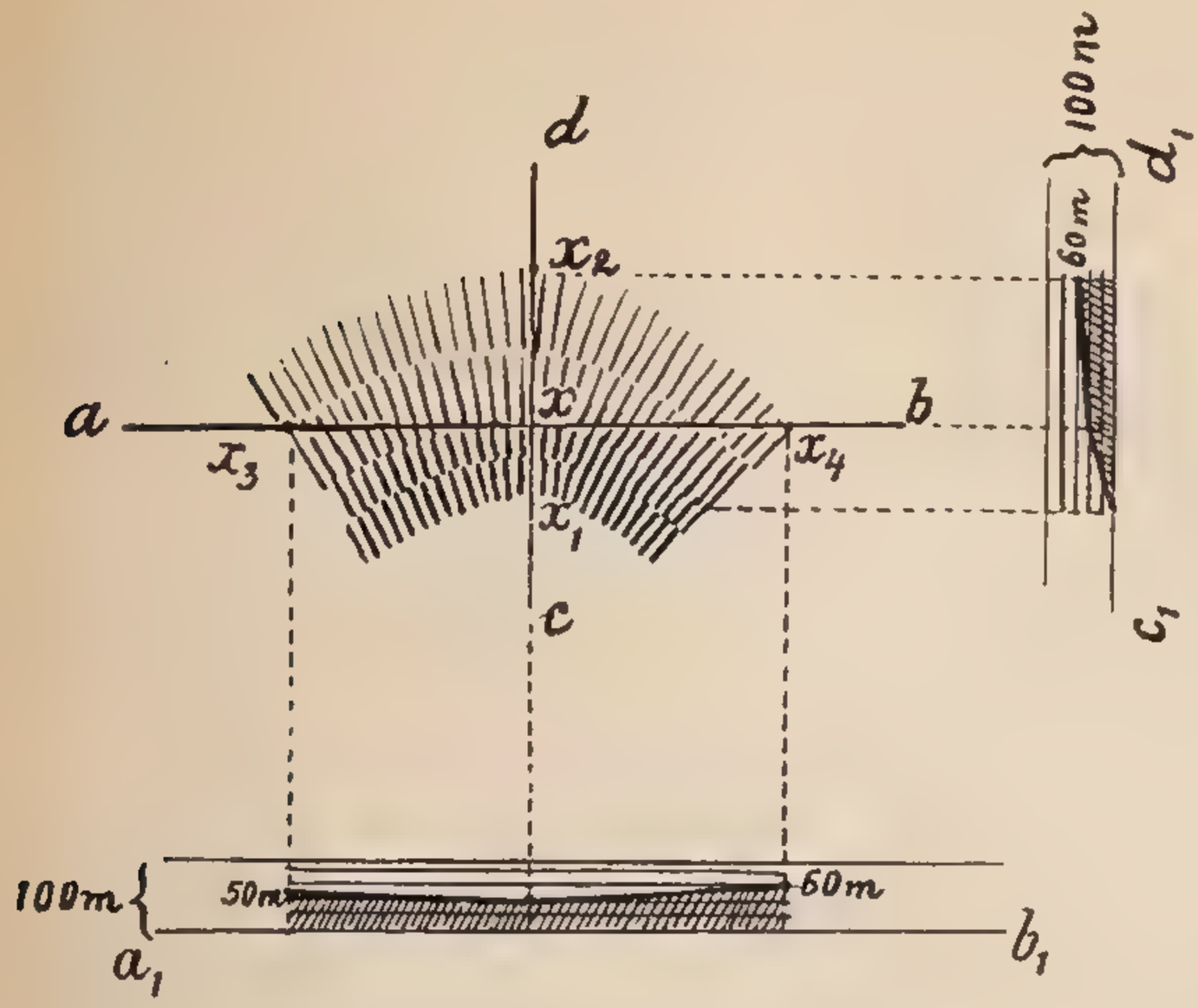
Gegeben ist eine eingebogen-convexe Fläche. (Fig. 48.)
Es ist ein Profil in der Richtung *a b* und *c d* zu legen.
Schichtenhöhe = 100 *m*.
Maßstab 1 : 25.000.

In der Fläche kommt ein gewölbter Böschungsübergang vor, weil die Übergangs-Schraffen keilförmig sind. (Fig. 49.)

Ein kantiger Übergang wird ohne Keilschraffen dargestellt. (Fig. 50.)

Die Schraffen drücken einen Böschungswinkel von 5° und von 20° aus. (Vergleiche Aufgabe 11.)

Fig. 48.



$x\,x_1 = 0{\cdot}45\ cm$

$x\,x_2 = 0{\cdot}91\ cm$

Die Schichtenhöhe von 100 m im Maße 1 : 25.000 beträgt 0·4 cm. (Vergleiche Aufgabe 14.)

Diese Schichtenhöhe wird senkrecht auf die Basislinien $a_1\,b_1$ (Fig. 48) und $c_1\,d_1$ aufgetragen und es werden sodann im Sinne der Aufgabe 6 die Parallelen gezogen.

Fig. 49.

Fig. 50.

Nun werden die höchsten und tiefsten Punkte, sowie die Böschungsübergänge in ihren Kreuzungsstellen mit den Durchschnittslinien $a\,b$ und $c\,d$ auf die Basis projiciert.

Die Höhe dieser Kreuzungspunkte (x, x_1, x_2, x_3, x_4) wird berechnet und dann im verjüngten Maße entsprechend aufgetragen.

Die Höhe von $x_1\,x = \frac{a}{57} \cdot \alpha = \frac{114}{57} \cdot 20^0 = 40\ m$

„ „ „ $x\,x_2 = \frac{a}{57} \cdot \alpha = \frac{228}{57} \cdot 5^0 = 20\ m$

Im Maße 1 : 25.000 entsprechen 40 m Höhe 0·16 cm
20 m „ 0·08 cm

Die Addition dieser zwei Höhen ($0{\cdot}16 + 0{\cdot}08 = 0{\cdot}24\,cm$) gibt die Höhe der ganzen Fläche $x_1\,x_2$.

Trägt man auf die betreffende Projectionslinie $0{\cdot}16\,cm$ auf, so erlangt man die Höhe des Punktes x.

Der Punkt x_3 liegt etwas über der Hälfte vom Böschungsübergang bis zum höchsten Punkte, während x_4 gleich hoch ist mit x_2.

19.

Gegeben ist dieselbe Fläche wie in Aufgabe 18. (Fig. 48.)
Es sind die nöthigen Schichtenlinien zu legen.
Maßstab 1 : 25.000.

Die Höhe der Fläche ist $60\,m$, somit werden vier Schichtenlinien à $20\,m$ zu ziehen sein. Die Höhe des Punktes x beträgt $40\,m$, es muss also die dritte Schichtenlinie durch x gehen und durch die halbe Anlage $x—x_1$ die zweite gezogen werden. Da der Böschungswinkel zwischen 40 und $60\,m$ unter 10^0 ist, muss auch die $10\,m$-Schichtenlinie gezogen werden, welche mit Rücksicht auf den gewölbten Übergang durch das erste Drittel der Anlage $x—x_2$ (Fig. 51) geht.

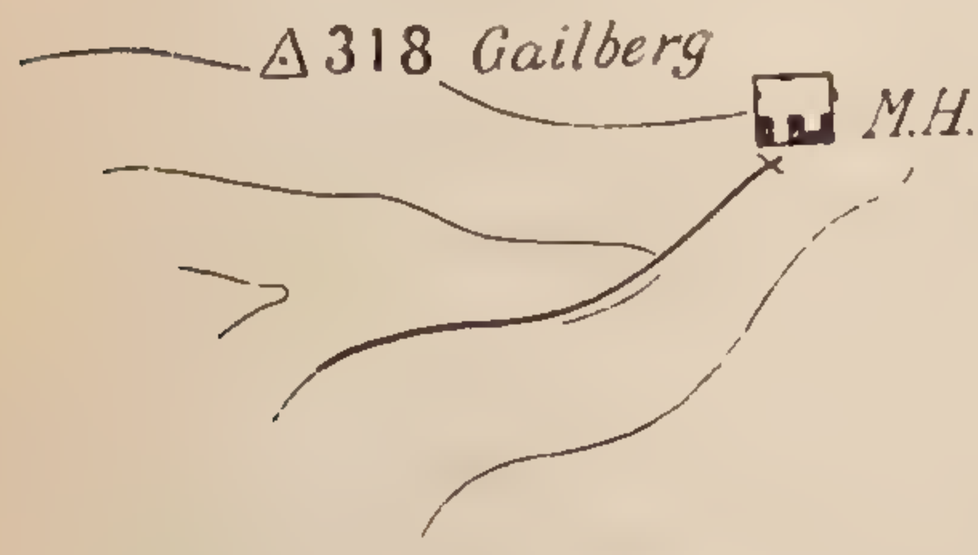
Fig. 51.

Die Fälle, in welchen Schichtenlinien nicht gezogen werden, sind folgende

Im allgemeinen:

Schichtenlinien werden weggelassen, wenn sie mit der Schrift, den Geripplinien etc. zusammenstoßen, damit die Deutlichkeit der Zeichnung darunter nicht leide. (Fig. 52.)

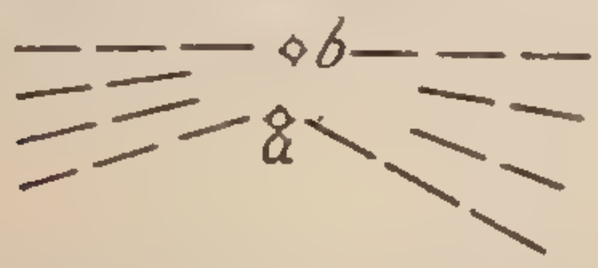
Fig. 52.



Im besonderen:

1. Die Schichtenlinien zu $100\,m$ ($50\,m$) Vertical-Abstand werden in einförmigen Felspartien weggelassen, wenn ihr Abstand weniger als $2\,mm$ beträgt. In diesem Falle wird jede dritte oder vierte gezeichnet. (Fig. 53.)

Fig. 53.

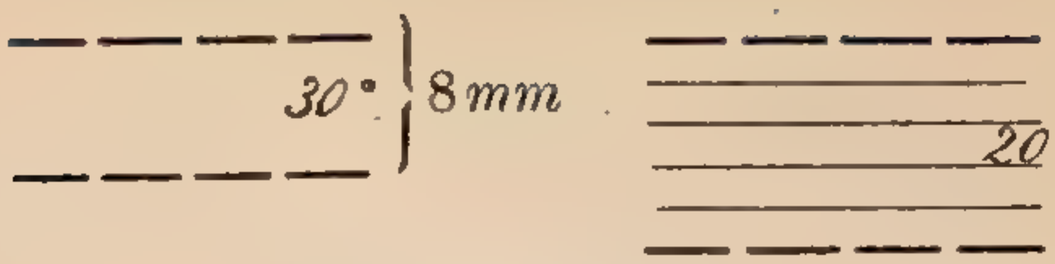


b ist $300\,m$ ($150\,m$) höher als a.

2. Die Schichtenlinien zu $20\,m$ Vertical-Abstand werden weggelassen, wenn die stetige Böschung zwischen zwei $100\,m$-Schichtenlinien mehr als 25^0 beträgt (Fig. 54), d. h. wenn die Anlage der letzteren circa $8\,mm$ oder weniger beträgt,

Fig. 54.

nachdem $a = \frac{50 \cdot \frac{100}{250}}{25} = 0{\cdot}8\,cm = 8\,mm.$

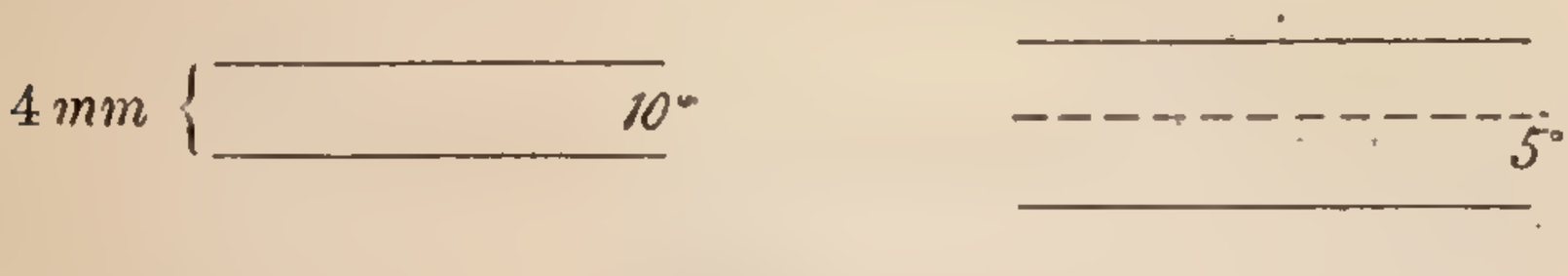


Maßstab: 1 : 25.000.

3. Die Schichtenlinien mit 10 *m* Vertical-Abstand werden weggelassen, wenn die stetige Böschung zwischen zwei 20 *m*-Schichtenlinien mehr als 10^0 beträgt (Fig. 55), d. h. wenn die Anlage der letzteren circa 4 *mm* oder weniger beträgt.

Es ist nämlich $a = \frac{57 \cdot \frac{20}{250}}{10} = 0{\cdot}44\,cm = 4\,mm.$

Fig. 55.



Maßstab: 1 : 25.000.

4. Sowohl die 20 *m*- als die 10 *m*-Schichtenlinien werden durch Felsen und Gerölle nicht gezogen.
5. Im Maße 1 : 75.000 werden die 50 *m*-Schichtenlinien nur in flachem Terrain gezeichnet.

20.

Gegeben ist eine stetige Fläche (Fig. 56) **mit einem Karrenwege, welcher unter einem Winkel von 45^0 zu den Schraffen und zu den Schichtenlinien führt.**

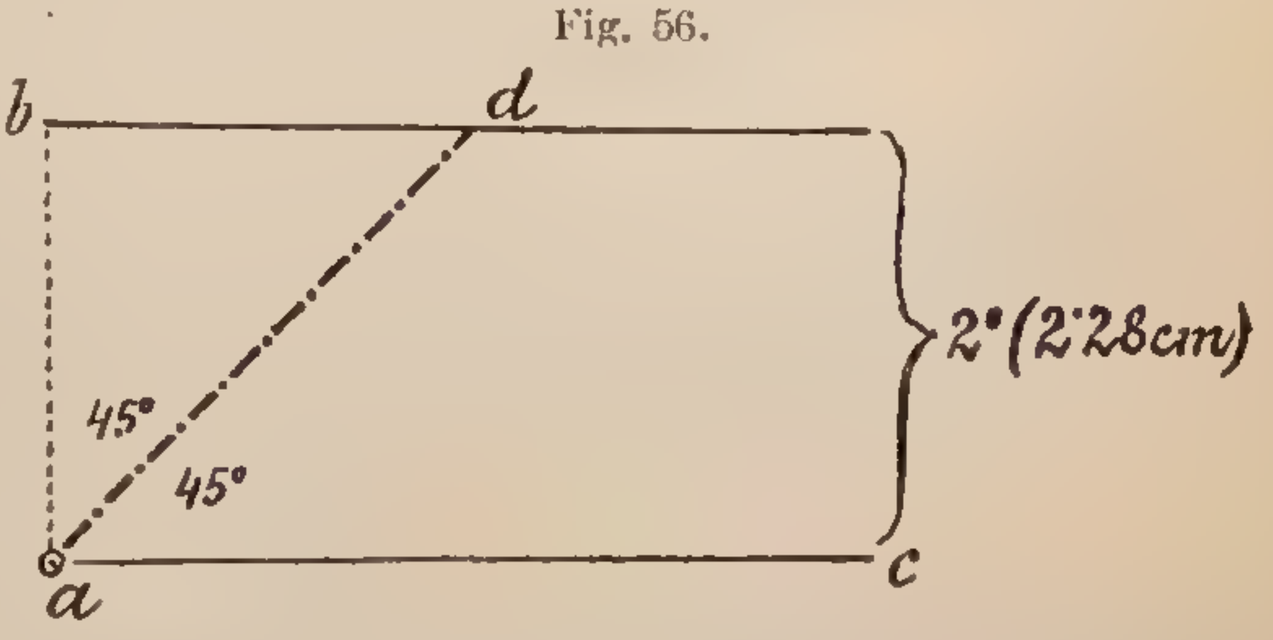
Wie groß ist die Steigung in der Natur?

Maßstab 1 : 25.000.

Würde der Weg in der Richtung *a c* führen, somit in der Horizontal-Projection mit den Schichtenlinien einen Winkel von 0^0 und mit den Schraffen einen solchen von 90^0 einschließen, dann wäre er horizontal. (Siehe Aufgabe 1 und 2.)

Würde der Weg in der Richtung *a b* führen, somit in der Horizontal-Projection mit den Schichtenlinien einen Winkel von 90^0 und mit den Schraffen einen solchen von 0^0 einschließen, dann hätte er dieselbe Neigung wie die Schraffen. In diesem Falle würde man den Böschungswinkel auf die bekannte Art finden.

Fig. 56.



Hier ist die Neigung von *a b* = 2^0.

In jedem anderen Falle muss die Neigung des Weges geringer sein als jene der Schraffen.

Der Beweis hiefür wurde in der Aufgabe 3 ad 2 gegeben, wonach bei gleichbleibender Höhe der größeren Anlage der kleinere Böschungswinkel entspricht.

In der vorliegenden Figur sind die Punkte b und d gleich hoch über a (20 m), die Anlage $a\,d$ ist jedoch größer als jene von $a\,b$, mithin ist der Böschungswinkel von $a\,d$ kleiner als jener von $a\,b$.

Die Ermittlung der Neigung von $a\,d$ geschieht nach der bekannten Formel $\alpha = \frac{h \times 57}{a}$

$$h = \frac{20\,m}{250} = 0{\cdot}08\,cm$$

$a = a\,d = 3{\cdot}2\,cm$, beziehungsweise $800\,m$, somit

$$\alpha = \frac{0{\cdot}08 \times 57}{3{\cdot}2} = \frac{4{\cdot}56}{3{\cdot}2} = 1{\cdot}4^0 = 1^0\,24^{\text{I}}.$$

21.

Gegeben ist eine stetige Fläche mit einem Saumwege (Fig. 57), **welcher mit der Fallinie einen Winkel von 45° in der Horizontal-Projection einschließt.**

Wie groß ist seine Steigung in der Natur?

Maßstab 1 : 25.000.

Fig. 57.

Den Böschungswinkel der Fallinie berechnet man nach der bekannten Formel:

$$\alpha = \frac{h\,.\,50}{a}$$

Die Anlage beträgt 0·56 cm; in der Natur = 140 m,
die Schichtenhöhe beträgt 100 m, somit ist

$$\alpha = \frac{100 \times 50}{140} = \frac{5000}{140} = 35{\cdot}7^0 = 35^0\,42^{\text{I}}.$$

Berechnen wir nun den Böschungswinkel des Saumweges, so finden wir:

die Anlage des Saumweges = 8 mm; in der Natur = 200 m,
die Schichtenhöhe wie vorhin = 100 m, somit

$$\alpha_1 = \frac{100 \times 50}{200} = \frac{5000}{200} = 25^0.$$

Da es aber für den „praktischen" Gebrauch beim Kartenlesen außerordentlich wichtig ist, mit einem bloßen Blicke durch Schätzung (und nicht durch Berechnung) den Neigungswinkel einer Linie zu erkennen, seien hier folgende Anhaltspunkte gegeben:

Bezeichnet man die Anlage der Linie $a\,c$ (Fig. 58) mit a_1, deren Neigungswinkel mit α_1, so ist (nachdem die Schichtenhöhe wie bei $a\,b$ gleich h ist) für das durch $a\,c$ gelegte Profilsdreieck

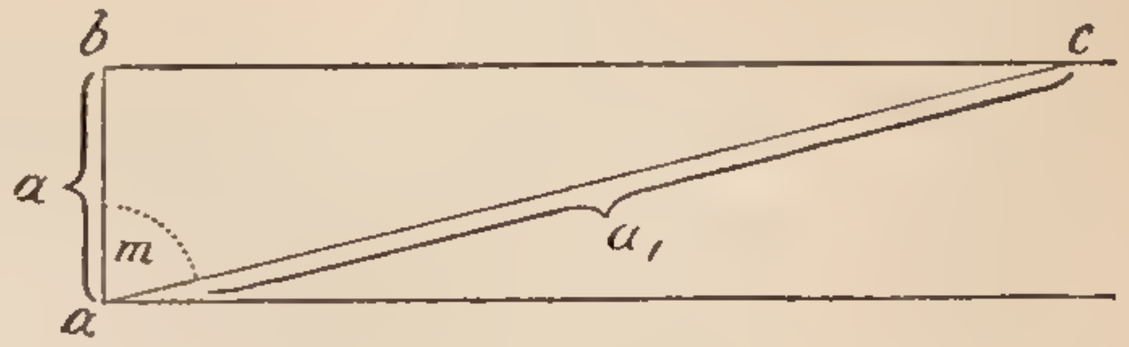
$$a_1 = \frac{57\,.\,h}{\alpha_1};$$

für das in der Fallrichtung $a\,b$ liegende Böschungsdreieck ist analog

$$a = \frac{57\,.\,h}{\alpha}$$

Durch Division dieser zwei Gleichungen erhält man das Verhältnis:

Fig. 58.



$$a : a_1 = \frac{1}{\alpha} : \frac{1}{\alpha_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 1)$$

beziehungsweise $a : a_1 = \alpha_1 : \alpha \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 2)$

d. h. „die Anlagen zweier auf derselben geneigten Fläche befindlichen Linien verhalten sich verkehrt proportional zu deren Neigungswinkeln".

Ist somit die Anlage (a_1) einer Geraden ($a\,c$) 1·2, 1·5, 2, 3 . . . . n mal größer als die Anlage (a) einer gegebenen (unter einem bekannten Winkel geneigten) Linie, so ist deren Neigungswinkel (α_1) $1{\cdot}2^{\text{tel}}$, $1{\cdot}5^{\text{tel}}$, $^1/_2$, $^1/_3{}^{\text{tel}}$ . . . . . $^1/n^{\text{tel}}$ des Neigungswinkels der gegebenen Linie.

In dem Beispiele dieser Aufgabe ist die Anlage des Saumweges 1·4mal größer als die Anlage in der Fallrichtung, daher dessen Neigungswinkel $\alpha_1 = \frac{\alpha}{1{\cdot}4} = 0{\cdot}7\,.\,\alpha$; da nun $\alpha = 35^0$ berechnet wurde, muss $\alpha_1 = 0{\cdot}7 \times 35^0 = 24{\cdot}5^0$ sein.

Aus der Gleichung 1) $a : a_1 = \alpha_1 : \alpha$ erhält man für den zu bestimmenden $\sphericalangle\,\alpha_1 = \left(\frac{a}{a_1}\right).\alpha \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 3)$

Soll z. B. die Linie $a\,c$ nur halb so stark geneigt sein als die gegebene stetige Fläche, so muss (da dann $\alpha_1 = {}^1/_2\ \alpha$)

$$a = 2\,a_1 \text{ sein u. s. f.}$$

Für den praktischen Gebrauch kann man sich mit Hilfe der Formel . . . 3) $\alpha_1 = \alpha \left(\frac{a}{a_1}\right)$ folgende Anhaltspunkte ableiten:

Da in dem Dreiecke $a\,b\,c$ (Fig. 58) $\frac{a}{a_1} = \frac{a\,b}{a\,c} = \cos m$ ist, so ist auch $\alpha_1 = a\left(\frac{a}{a_1}\right) = \alpha\,.\cos m.$

Schließt somit die Linie $a\,c$ in der Horizontal-Projection mit der Fallinie (mit der Horizontalen die Ergänzung auf 90°) einen Winkel von

30° (60°) ein, dann ist ihre Neigung $\alpha_1 = \alpha \,.\cos 30^0 = \alpha \,.\, 0{\cdot}866 = \alpha \,.\, \frac{9}{10}$

45° (45°) „ „ „ „ „ $\alpha_1 = \alpha \,.\cos 45^0 = \alpha \,.\, 0{\cdot}707 = \alpha \,.\, \frac{7}{10}$

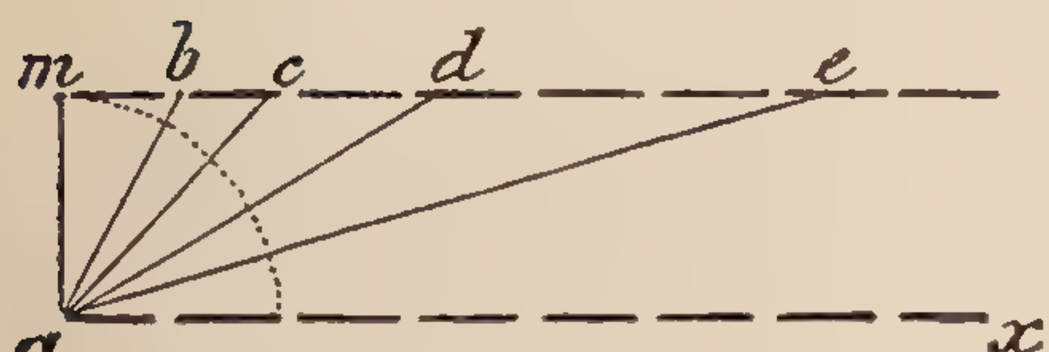
60° (30°) „ „ „ „ „ $\alpha_1 = \alpha \,.\cos 60^0 = \alpha \,.\, 0{\cdot}500 = \alpha \,.\, \frac{5}{10}$

75° (15°) „ „ „ „ „ $\alpha_1 = \alpha \,.\cos 75^0 = \alpha \,.\, 0{\cdot}259 = \alpha \,.\, \frac{3}{10}$

22.

Gegeben ist eine stetige Fläche von 20°. (Fig. 59.)
Welche Neigung haben die Linien $a\,b$, $a\,c$, $a\,d$, $a\,e$?
Maßstab 1 : 25.000.

Fig. 59.



1. Durch Berechnung:

Die Anlage $a\,m = a = \frac{57\,h}{\alpha} = \frac{57 \,.\, \frac{100}{250}}{20} = 1{\cdot}14\,cm$ (trigonometrisch berechnet $= 1{\cdot}099\,cm$).

Nach Formel $\alpha_1 = \alpha \left(\frac{a}{a_1}\right)$ ist nun der Neigungswinkel:

von $a\,b = 1{\cdot}3\,cm$	$\alpha_1 = \frac{1{\cdot}14}{1{\cdot}3} \,.\, 20 = 17{\cdot}5^0$	$= 17^0\,30^I$	$= 17^0\,6^I$	trigonometrisch berechnet nach $\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{h}{a}$
„ $a\,c = 1{\cdot}5\,cm$	$\alpha_1 = \frac{1{\cdot}14}{1{\cdot}5} \,.\, 20 = 15{\cdot}2^0$	$= 15^0\,12^I$	$= 14^0\,56^I$	
„ $a\,d = 2{\cdot}1\,cm$	$\alpha_1 = \frac{1{\cdot}14}{2{\cdot}1} \,.\, 20 = 10{\cdot}85^0$	$= 10^0\,51^I$	$= 10^0\,47^I$	
„ $a\,c = 3{\cdot}9\,cm$	$\alpha_1 = \frac{1{\cdot}14}{3{\cdot}9} \,.\, 20 = 5{\cdot}84^0$	$= 5^0\,50^I$	$= 5^0\,51^I$	

2. *a*) Durch Schätzung der Verhältniszahl $\left(\frac{a}{a_1}\right)$:

$a\,b$ ist beiläufig $= {}^7/_6\; a\,m$, daher $\alpha_1 = \frac{20}{\frac{7}{6}} = 17^0$

$a\,c$ „ „ $= {}^7/_5\; a\,m$, „ $\alpha_1 = \frac{20}{\frac{7}{5}} = 14^0$

$a\,d$ ist beiläufig $=$ $2\,a\,m$, daher $\alpha_1 = \frac{20}{2} = 10^0$

$a\,e$ „ „ $= 4\,a\,m$, „ $\alpha_1 = \frac{20}{4} = 5^0$

b) Durch Schätzung der Horizontal-Winkel:

$\measuredangle\, m\,a\,b = 30^0$, daher $\alpha_1 = \alpha \,.\, \frac{9}{10} = 20 \,.\, \frac{9}{10} = 18^0$

$\measuredangle\, m\,a\,c = 45^0$, „ $\alpha_1 = \alpha \,.\, \frac{7}{10} = 20 \,.\, \frac{7}{10} = 14^0$

$\measuredangle\, m\,a\,d = 60^0$, „ $\alpha_1 = \alpha \,.\, \frac{5}{10} = 20 \,.\, \frac{5}{10} = 10^0$

$\measuredangle\, m\,a\,e = 75^0$, „ $\alpha_1 = \alpha \,.\, \frac{3}{10} = 20 \,.\, \frac{3}{10} = 6^0$

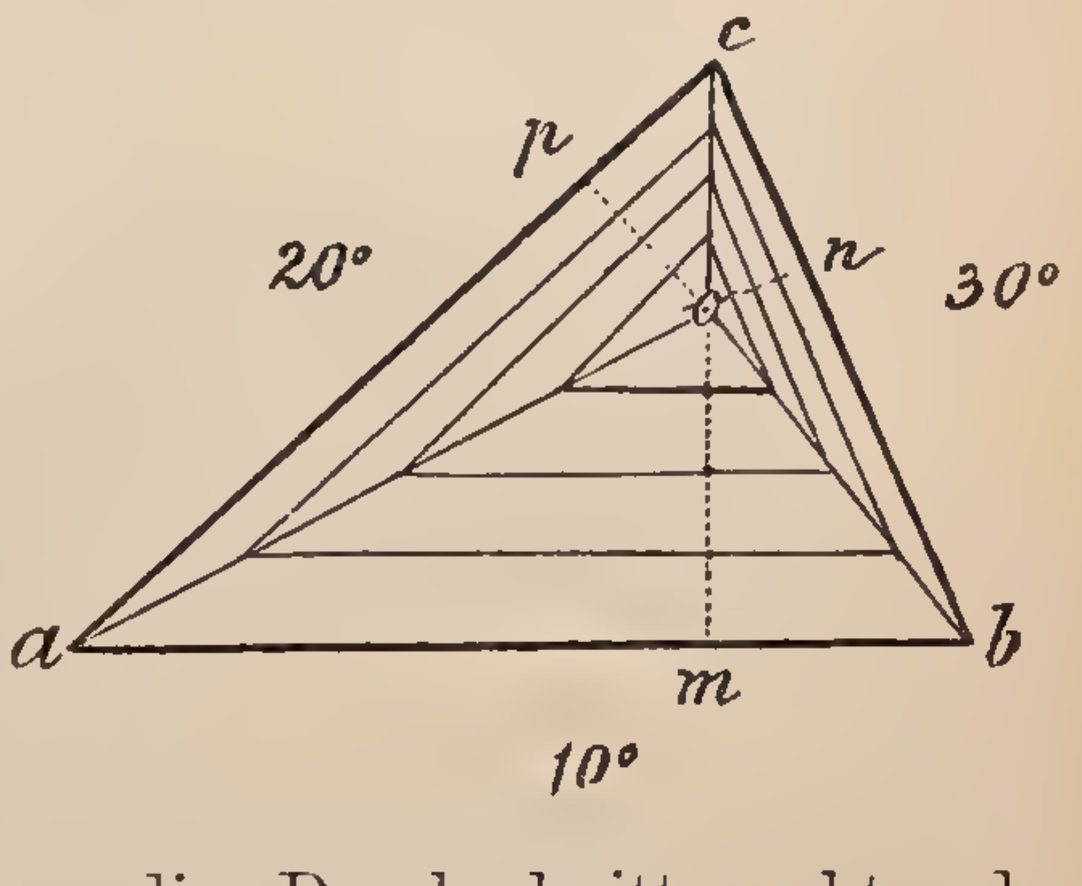
Für den praktischen Gebrauch sind die sich ergebenden Unterschiede belanglos, umsomehr als unsere Schraffenscala selbst nur Gradationen von 5 zu 5^0 ausdrückt.

23.

Gegeben ist ein Dreieck ($a\,b = 4{\cdot}7\ cm$, $b\,c = 3{\cdot}4\ cm$, $a\,c = 4{\cdot}6\ cm$) als Basis einer Pyramide, deren Seitenflächen unter 10^0, 20^0 und 30^0 gegen die Basis geneigt sind. (Fig. 60.)

Es ist die Horizontal-Projection der Pyramide im Maße 1 : 25.000 bei einer Schichtenhöhe von 20 *m* zu construieren.

Fig. 60.



1. Auflösung mittelst Anlage-Maßstabes.

   Hat man einen Anlage-Maßstab für die Schichtenhöhe von 20 *m* im Maße 1 : 25.000 zur Verfügung (siehe Aufgabe 14), so überträgt man die Anlagen für 10^0, 20^0 und 30^0 auf die Linien $o\,m$, $o\,n$, $o\,p$, welche senkrecht auf die Basislinien der Pyramiden zu construieren sind.

   Auf diese Weise erhält man die Durchschnittspunkte der Schichtenlinien, welche parallel zu den betreffenden Basislinien zu ziehen sind.

2. Auflösung mittelst Berechnung.

   Hat man keinen Anlage-Maßstab, so werden die Anlagen nach

der bekannten Weise berechnet und wie ad 1 die weitere Construction durchgeführt.

$$a = \frac{h}{\alpha} . 57 \text{ (siehe Aufgabe 12).}$$

Für 10^0 ist die Anlage $= \frac{20}{10} . 57 = 114\,m$, verjüngt $= 0{\cdot}456\,cm$

„ 20^0 „ „ „ $= {}^1/_2\, 0{\cdot}456 = 57\,m$, „ $= 0{\cdot}228\,cm$

„ 30^0 „ „ „ $= {}^1/_3\, 0{\cdot}456 = 38\,m$, „ $= 0{\cdot}152\,cm$

Trigonometrisch nach der Formel $a = \frac{h}{\text{tang } \alpha}$ ergeben sich die Anlagen:

Für $10^0 = 113{\cdot}43\,m$, verjüngt $0{\cdot}453\,cm$

„ $20^0 = 54{\cdot}95\,m$, „ $0{\cdot}219\,cm$

„ $30^0 = 34{\cdot}64\,m$, „ $0{\cdot}138\,cm$

24.

Wie groß ist die Höhe der Pyramide in der Aufgabe 23? (Fig. 60.)

Die Anlage $m\,o = 1{\cdot}79\,cm$, in der Natur $= 447{\cdot}5\,m$

$h = \frac{a \times \alpha}{57}$ daher mit der Anlage $m\,o = \frac{1{\cdot}79 \times 10}{57} = 0{\cdot}314 \times 250$

$= 78{\cdot}5\,m$

Die trigonometrische Berechnung mit der Formel $h = a\,.\,\text{tg}\,\alpha$ ergibt $h = 79{\cdot}0\,m$.

Zur Berechnung der Höhe ist, wie aus der nebenstehenden Rechnung ersichtlich, nur eine Anlage nothwendig.

25.

Wie groß ist der Böschungswinkel der drei Kanten der Pyramide der Aufgabe 23? (Fig. 60.)

Die Anlage $a\,o = 3{\cdot}7\,cm$; in der Natur $= 925\,m$

„ „ $b\,o = 2{\cdot}2\,cm$; „ „ „ $= 550\,m$

„ „ $c\,o = 1{\cdot}3\,cm$; „ „ „ $= 325\,m$

Die Höhe der Pyramide laut Aufgabe $24 = 79\,m$

$$\alpha = \frac{57\,h}{a}$$

Für $a\,o$ ist somit $\alpha = \frac{79 \times 57}{925} = 4^0\ 48^I$ | trigonometrisch nach $\text{tg}\,\alpha = \frac{h}{a}$ berechnet $= 4^0\ 53^I$

„ $b\,o$ „ „ $\alpha = \frac{79 \times 57}{550} = 8^0\ 11^I$ | $= 8^0\ 10^I$

„ $c\,o$ „ „ $\alpha = \frac{79 \times 57}{325} = 13^0\ 51^I$ | $= 13^0\ 40^I$

Auflösung durch Schätzung der Verhältniszahl $\binom{a}{a_1}$:

Die Kante $o\,c$ ist beiläufig $= 1^1/_2\ o\,p$, daher der Neigungswinkel $=$

$$\frac{1}{1^1/_2} . 20 = 13{\cdot}18^{\text{I}}$$

Die Kante $o\,b$ ist beiläufig $= 3^1/_2\ o\,n$, daher der Neigungswinkel $=$

$$\frac{1}{3^1/_2} . 30 = 8^0\ 30^{\text{I}}$$

Die Kante $o\,a$ ist beiläufig $= 4\ o\,p$, daher der Neigungswinkel $=$

$$^1/_4 . 20 = 5^0$$

26.

Gegeben ist eine stetige Fläche von 20°. (Fig. 61.) **Es ist ein unterbrochener Fußsteig von 5° Neigung zu construieren.**

Maßstab 1 : 25.000.

Fig. 61.

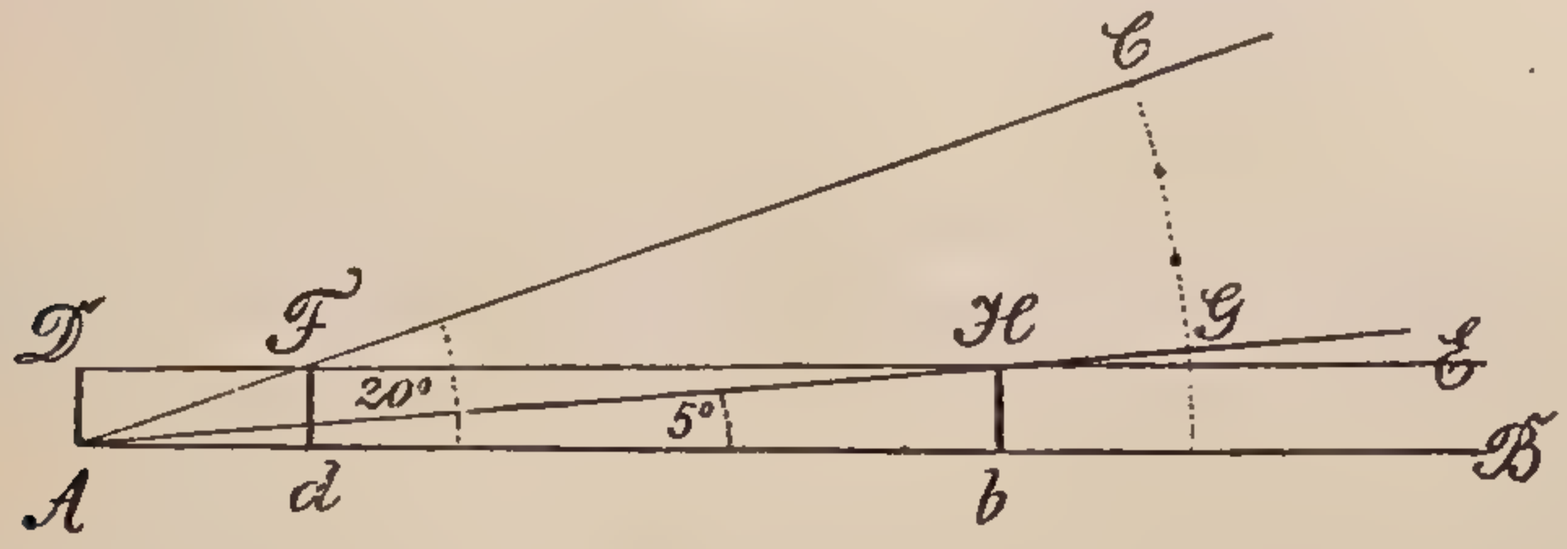
Da der Fußsteig $a\,b$ unter einem $\frac{20^0}{5^0} = 4$mal kleineren Neigungswinkel als die Fallinie construiert werden soll, so muss seine Anlage nach den bei Aufgabe 21 gemachten Bemerkungen 4mal größer als $a\,d$ sein.

Macht man somit $a\,b = 4\ a\,d$, so ist die Aufgabe (ohne Rechnung) gelöst.

Lösung durch geometrische Construction (Fig. 62):

Die Schichtenhöhe $h = 100\ m$; im Maße 1 : 25.000 ist $h = \frac{100}{250}\ cm$ $= 0{\cdot}4\ cm = 4\ mm$.

Fig. 62.



Macht man (Fig. 62) $A\,D = 4\ mm$, $D\,E \parallel A\,B$, $A\,d = a\,d$ (Fig. 61) beziehungsweise $= 1{\cdot}1\ cm$, sodann $F\,d \perp A\,B$, so muss $\sphericalangle\, F\,A\,d = 20^0$ sein.

Wird dieser in 4 Theile getheilt, so ist $\sphericalangle\ G\,A\,B = 5^0$ und $A\,b$ die verlangte Anlage des Fußsteiges.

Unterbrochene Communicationen (Saumwege, Fußsteige, eventuell Karrenwege) deuten im allgemeinen die beste Richtung an, wo ein Fortkommen möglich ist (Felsboden, Weichland, Alpenregion im Hochgebirge).

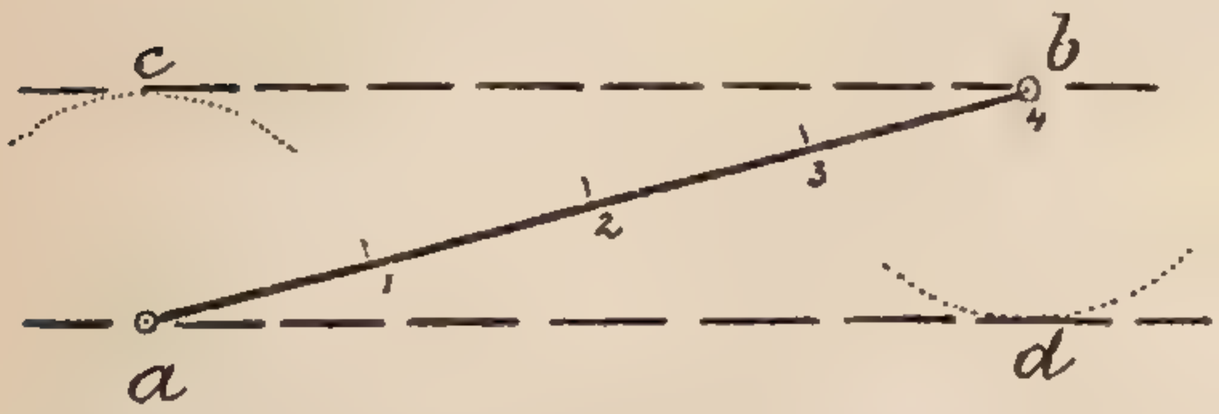
In der Darstellung hat der Fußsteig sechs Punkte, der Saumweg drei Striche; der Abstand zwischen den unterbrochenen Punkten (Strichen) ist gerade so groß wie die Länge der 6 Punkte (3 Striche).

27.

Gegeben ist ein nicht erhaltener Fahrweg (Fig. 63) **als Hauptverbindungsweg mit 5° Neigung, welcher über eine zu construierende stetige Fläche von 20° Neigung führen soll.**

Schichtenhöhe 100 *m*.

Fig. 63.



Diese Aufgabe bildet die Umkehrung der vorigen.

Da die zu construierende stetige Fläche eine 4mal größere Neigung ($4.5^0 = 20^0$) haben soll, als der Fahrweg, so muss die Anlage der 100 *m* Schichten den vierten Theil des der Länge nach gegebenen Weges betragen, somit $a\,c = b\,d = {}^1/_4\ a\,b$.

Lösung durch geometrische Construction:

Dies geschieht in ähnlicher Weise, wie dies bei der vorigen Aufgabe gezeigt wurde.

Die Anlage $a\,b$ des Fahrweges wird gleich $A\,b$ (Fig. 62) gemacht und die $H\,b \perp$ auf $A\,B$ gezogen. Dann muss $\sphericalangle\, G\,A\,B = 5^0$ sein.

Macht man $\sphericalangle\, C\,A\,B = 4\,G\,A\,B = 20^0$ und zieht man $F\,d \perp A\,B$, dann ist $A\,d$ die gesuchte Anlage.

Mit der nun gefundenen Anlage im Zirkel beschreibt man bei c und d Bögen und zieht von a nach d und von b nach c die Tangenten, wodurch man die Richtung der Schichtenlinien erhält.

Hauptverbindungswege sind die relativ besten und kürzesten Verbindungen zwischen zwei militärisch wichtigen Punkten oder Linien (Ortschaften, Stellungen, Straßen etc.). In colorierten Plänen werden sie gelb dargestellt; in nicht colorierten Plänen und in der Specialkarte werden dieselben doppelt so dick gezeichnet, als die normalen Wege.

28.

Gegeben ist eine Tiefenlinie $t\,t_4$ mit 5° Neigung. (Fig. 64.)

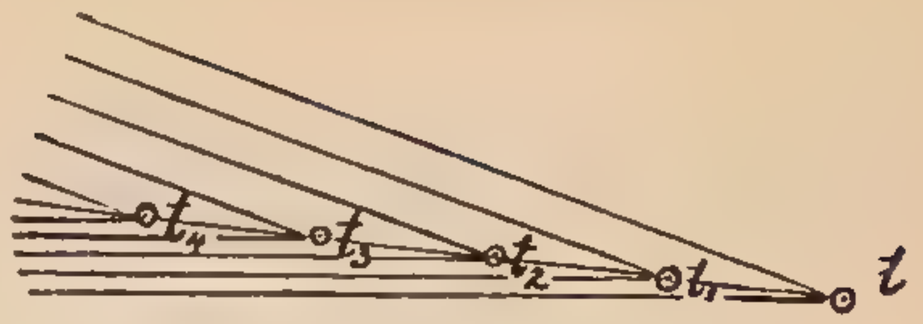
Es ist der eine Hang mit 20°, der andere mit 40° im Maße 1 : 12.500, Schichtenhöhe 10 *m*, zu construieren.

Anlage $t\,t_1 = 0{\cdot}912\,cm$

a für $20^0 = {}^1/_4\,.\,0{\cdot}9 = 0{\cdot}2\,cm$

a „ $40^0 = {}^1/_2\,.\,0{\cdot}2 = 0{\cdot}1\,cm$

Fig. 64.



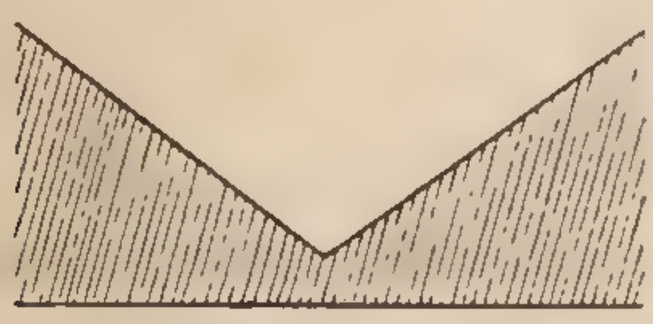
Mit den nun gefundenen Anlagen im Zirkel beschreibt man bei t_1 Bögen und zieht von t die Tangenten, wodurch man die Richtung der Schichtenlinien erhält.

In senkrechten Abständen (von den Schichtenlinien) gleich der betreffenden Anlage von 20^0 respective 40^0 zieht man nun von den Punkten t_2, t_3 etc. Parallele zu den Schichtenlinien.

Unter Tiefenlinie im engeren Sinne begreift man die Verschneidung und die Rinne.

Eine Verschneidung entsteht, wenn zwei geböschte Flächen unter einem Winkel zusammentreffen.

Fig. 65.



(Profil einer Verschneidung.)

Fig. 66.

(Profil einer Rinne.)

Hat sich das Quell- oder Regenwasser bereits ein Rinnsal gebildet, dann ist es eine Rinne.

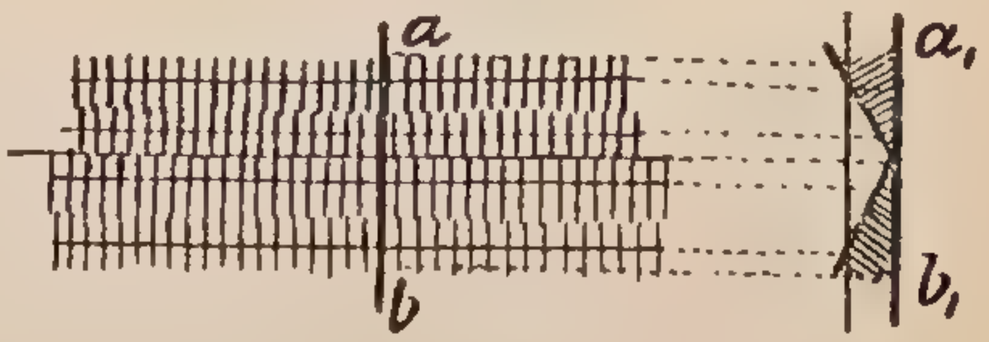
Das Rinnsal wird in schwarzen Plänen und in der Specialkarte mit einer dünnen schwarzen Linie, unregelmäßig gewunden gezeichnet.

In colorierten Plänen wird der Wasserlauf blau dargestellt, das ausgewaschene Bett jedoch, in welchem nur zeitweise Wasser sich findet, mit einer schwarzen Linie gezeichnet.

Verschneidungsgesetze:

1. Eine Verschneidung ist horizontal, wenn sie parallel mit den Schichtenlinien führt und mit den Schraffen in der Horizontal-Projection einen Winkel von 90^0 einschließt. (Fig. 67.)

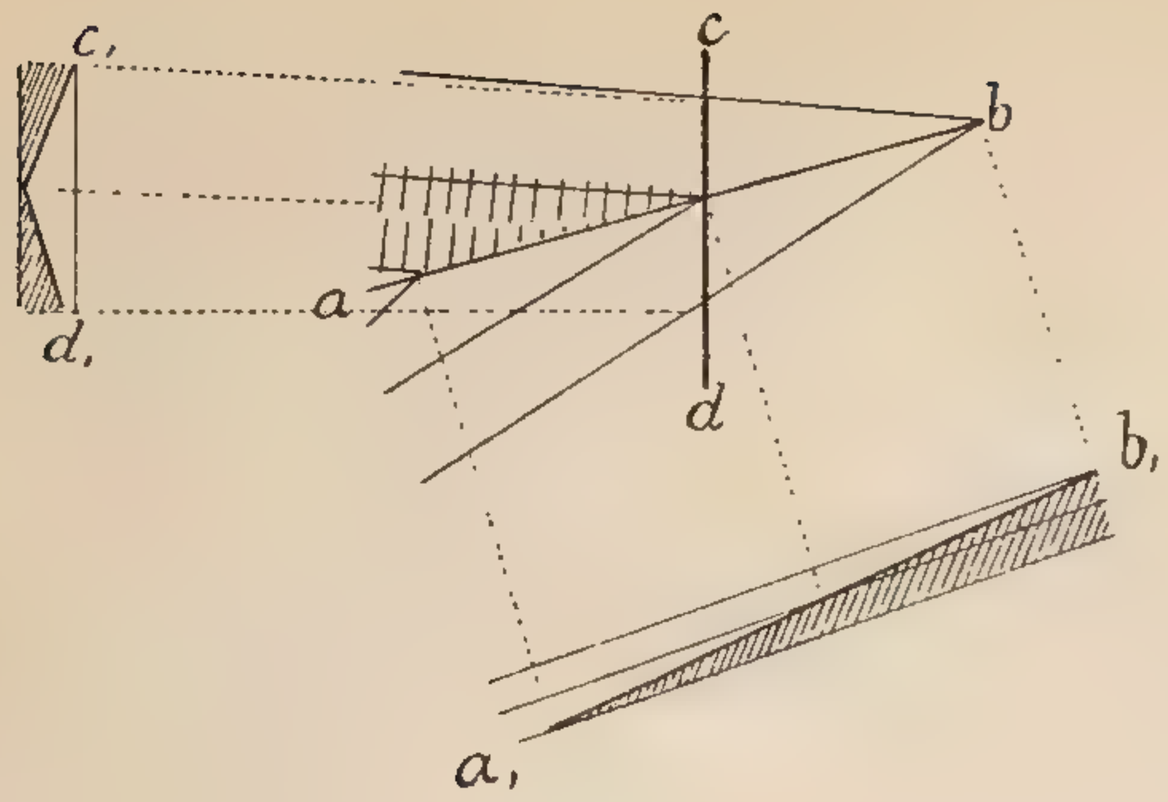
Fig. 67.



(Profil einer horizontalen Verschneidung.)

2. Eine Verschneidung ist geneigt, wenn die Schichtenlinien und die Schraffen mit ihr einen Winkel einschließen. (Fig. 68.)
3. Je spitzer der Winkel, den die Schraffen mit der Verschneidung, oder je größer der Winkel, den die Schichtenlinie und die Verschneidung einschließen, desto steiler wird letztere.
4. Der Fall der Verschneidung ist immer kleiner als jener der Hänge.
5. Sind bei Verschneidungen beide Hänge gleich geböscht, so schließen auch die Schraffen denselben Winkel mit der Verschneidung ein.

Fig. 68.



6. Bei einer horizontalen Verschneidung ist der Einfallswinkel der Schraffen (90°) für beide Hänge auch dann gleich, wenn diese ungleich geböscht sind.
7. Sind die Hänge ungleich geböscht, so ist auch der Einfallswinkel der Schraffen der beiden Hänge ungleich. In diesem Falle entspricht dem steileren Hange der größere Einfallswinkel.
8. Jede Verschneidung fängt mit einer Mulde an.
9. Treffen zwei Verschneidungen zusammen, so nehmen sie zumeist die Richtung der Resultierenden an. (Fig. 69.)

Fig. 69.

10. Mehr als zwei Verschneidungen treffen selten in einem Punkte zusammen.
11. Der Fall einer Verschneidung nimmt von oben nach unten ab.

29.

Gegeben ist eine Tiefenlinie mit einer Neigung von 5° von *b* nach *a* und von 10° von *c* nach *b*. (Fig. 70.)

Fig. 70.

Es ist der eine Hang mit 20°, der andere mit 40° Böschung, im Maße 1 : 12.500, Schichtenhöhe 50 *m*, zu construieren.

Die Anlage für 5° beträgt 4·6 *cm* (571 *m*)
„ „ „ 10° „ 2·3 *cm* (285 *m*)
„ „ „ 20° „ 1·1 *cm* (142 *m*)
„ „ „ 40° „ 0·5 *cm* (71 *m*)

Die Durchführung geschieht im Sinne der Aufgabe 28.

30.

Annahme und Aufgabe wie in der Aufgabe 29, nur ist *ab* 10° und *bc* 5° geböscht. (Fig. 71.)

Durchführung wie in der Aufgabe 29.

Aus den Aufgaben 29 und 30 können wir folgende Grundsätze ableiten:

1. Bei gleichbleibender Neigung der Hänge entstehen zwei Mulden, wo

die Tiefenlinie von einer steileren zu einer flacheren Neigung übergeht.

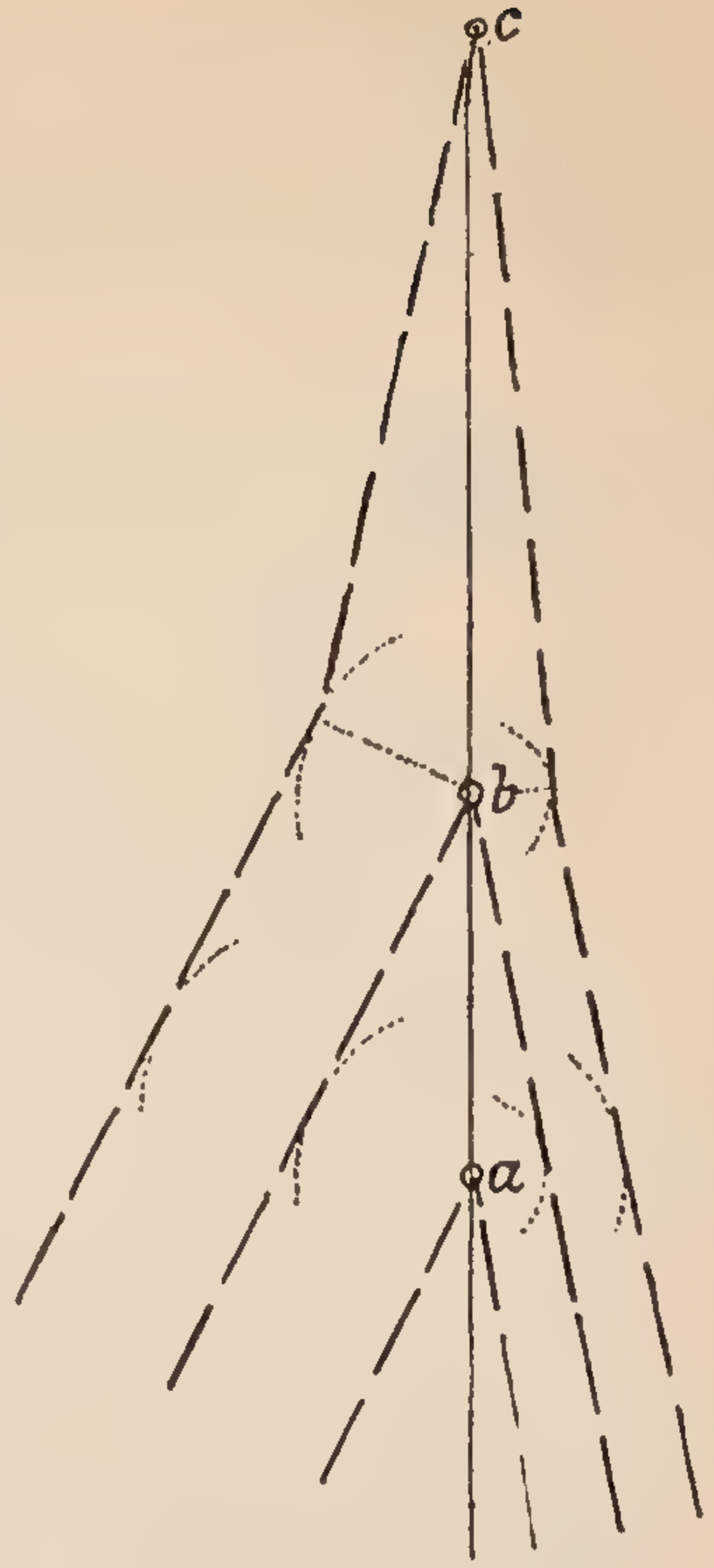
2. Bei gleichbleibender Neigung der Hänge entstehen zwei Rücken, wo die Tiefenlinie von einer flacheren zu einer steileren Neigung übergeht.

Beide Grundsätze gelten nur für den Fall als die Tiefenlinie geradlinig ist.

Im umgekehrten Sinne gilt dasselbe für Rückenlinien, nachdem dieselben die Gegenform der Tiefenlinien sind.

Bei Absätzen entstehen Mulden und unterhalb der Absätze Rückentheilungen.

Fig. 71.



31.

Annahme und Aufgabe wie in der Aufgabe 29, nur ist *a c* nicht gerade. (Fig. 72 und 73.)

Fig. 72.

Fig. 73.

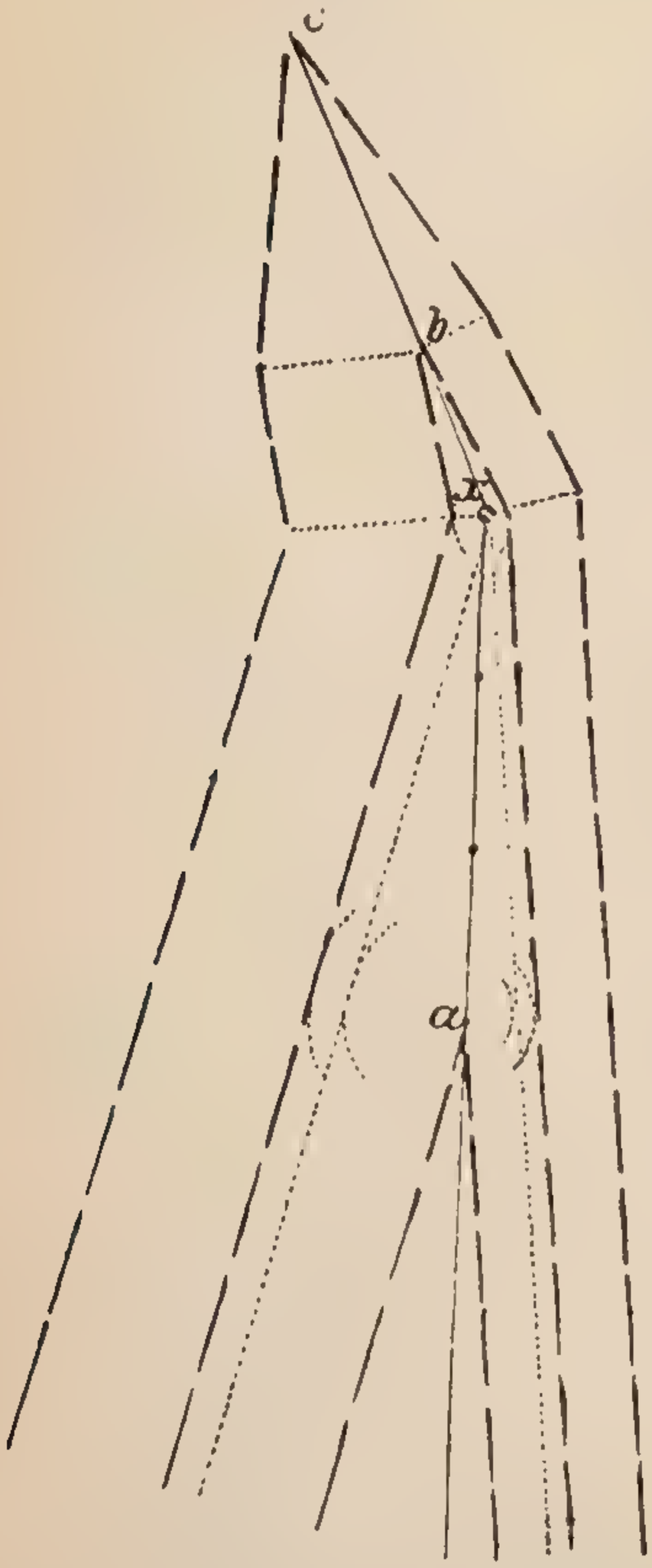
Auflösung bekannt.

Ist die Tiefenlinie nicht gerade, so entstehen beim Buge derselben bei gleichbleibender Neigung der Hänge ein Rücken und vis-à-vis desselben eine Mulde.

32.

Annahme und Aufgabe wie in der Aufgabe 29, nur ist *a c* nicht gerade und *b* liegt nicht am Buge der Tiefenlinie. (Fig. 74.)

Fig. 74.



Die Aufgabe bildet eine Combination der in den Aufgaben 29, 30 und 31 besprochenen Fälle.

Die Construction muss beim Böschungsübergange *b* zwei Mulden (siehe Aufgabe 29, 30) und beim Buge *x* einen Rücken vis-à-vis einer Mulde (siehe Aufgabe 31) aufweisen.

Bei der Construction ist zu beachten:

Der Punkt *x* liegt genau $37{\cdot}5\,m$ höher als *a* (siehe Aufgabe 9). Zieht man mit $^3/_4\,a$ von 20^0 (nachdem $37{\cdot}5\,m$ gleich $^3/_4$ der Schichtenhöhe sind) einen Bogen bei *a*, und von *x* aus die Tangente, so erhält man die Zwischenschichtenlinie von *x*. Zu dieser Zwischenschichtenlinie parallel wird dann die Schichtenlinie mit der ganzen Anlage gezogen, und zwar so, dass sie $^1/_4\,a$ von *x* absteht. Die weitere Construction erklärt sich von selbst.

33.

Annahme und Aufgabe wie in der Aufgabe 32; nur sind die Hänge convex (concav) mit einer Neigung von 15^0 und 20^0 zu construieren. (Fig. 75 und 76.)

Die Auflösung ist bekannt.

Die Construction muss bei *b* zwei Mulden ergeben. (Siehe Aufgabe 30, 1.)

Ist die Tiefenlinie nicht gerade, so entstehen beim Buge derselben ein Rücken und vis-à-vis desselben eine Mulde. (Siehe Aufgabe 31.)

Fig. 75.

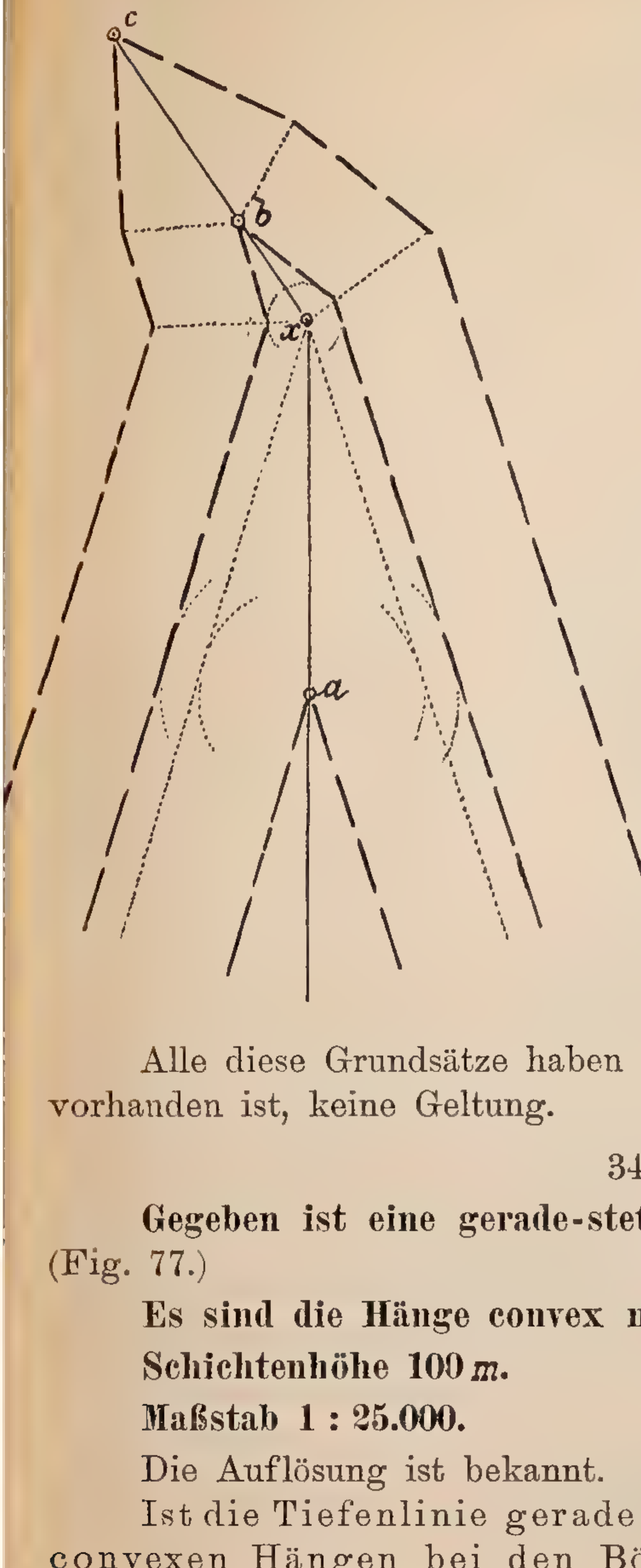
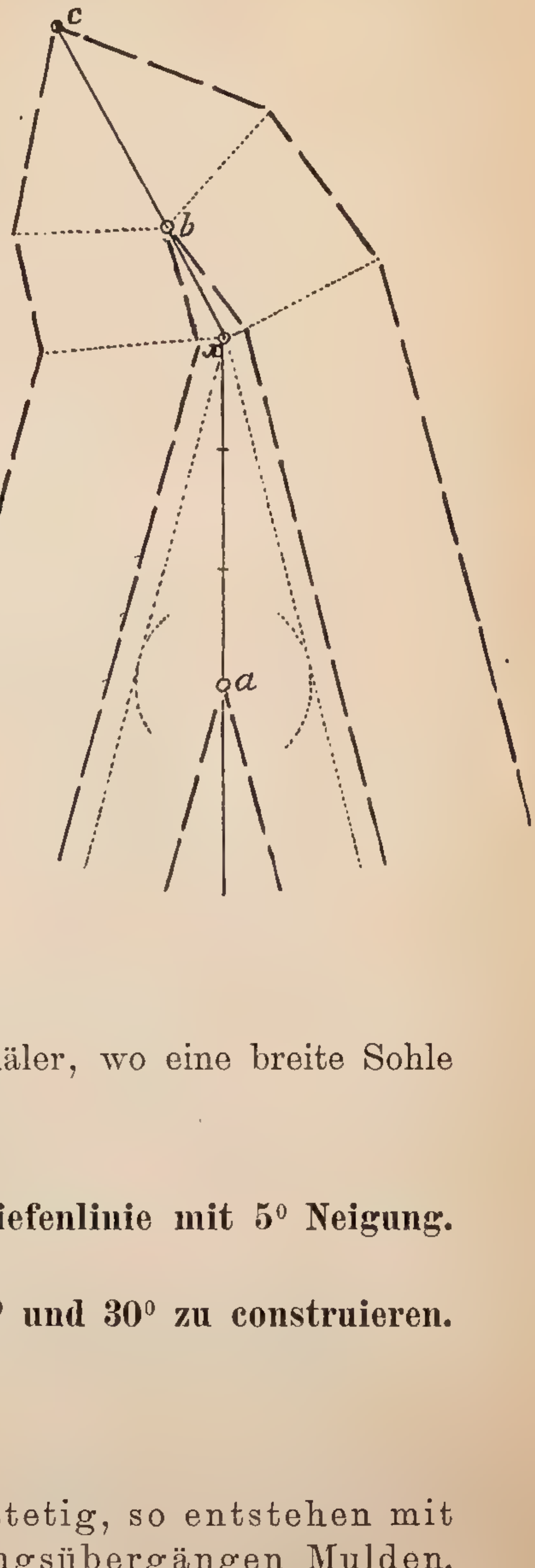


Fig. 76.



Alle diese Grundsätze haben für Thäler, wo eine breite Sohle vorhanden ist, keine Geltung.

34.

Gegeben ist eine gerade-stetige Tiefenlinie mit 5° Neigung. (Fig. 77.)

Es sind die Hänge convex mit 10° und 30° zu construieren.

Schichtenhöhe 100 *m*.

Maßstab 1 : 25.000.

Die Auflösung ist bekannt.

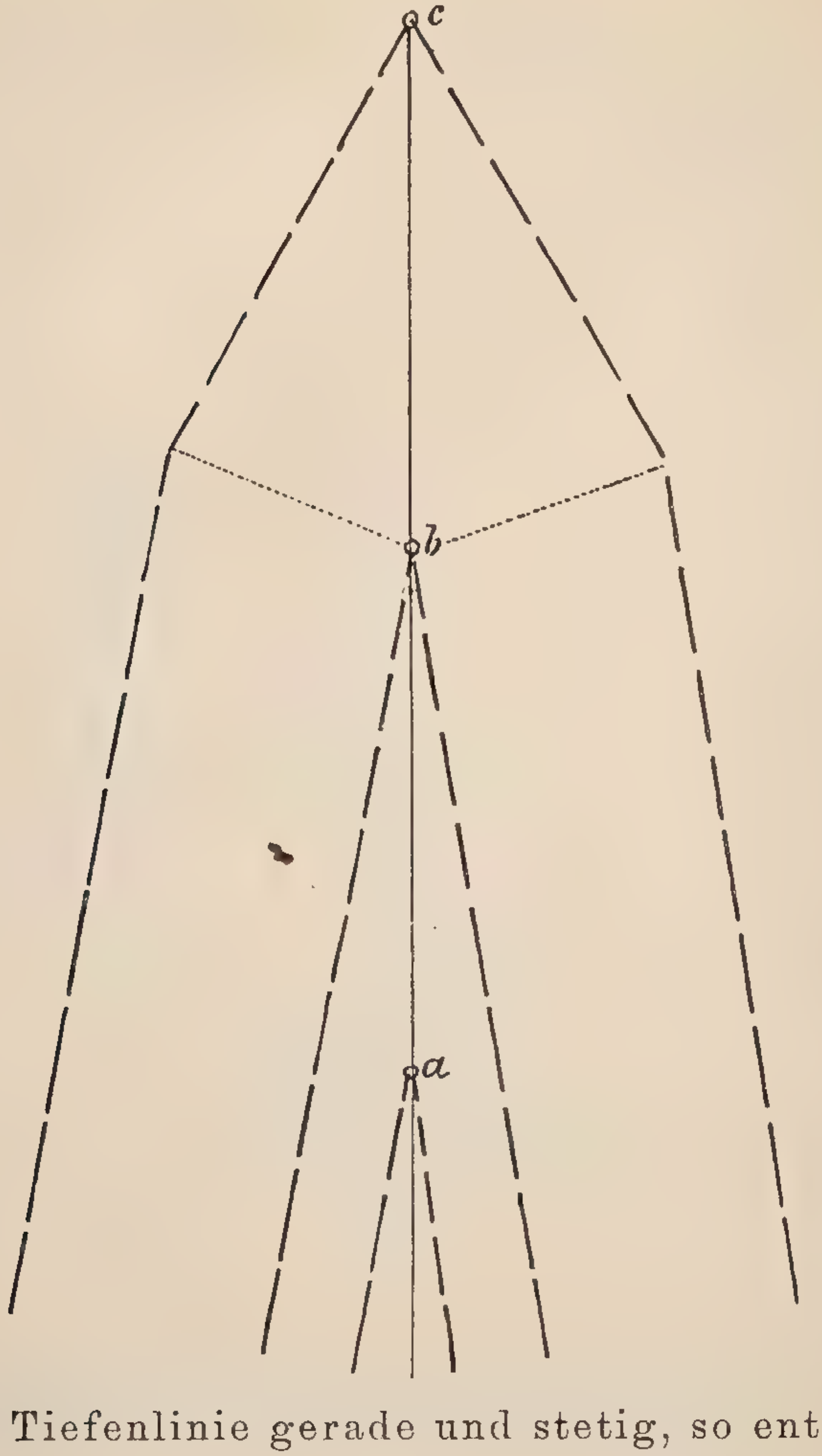
Ist die Tiefenlinie gerade und stetig, so entstehen mit convexen Hängen bei den Böschungsübergängen Mulden.

35.

Annahme und Aufgabe wie in der Aufgabe 34, nur sind die Hänge concav zu construieren. (Fig. 78.)

Die Auflösung ist bekannt.

Fig. 77.



Ist die Tiefenlinie gerade und stetig, so entstehen mit concaven Hängen bei den Böschungsübergängen Rücken.

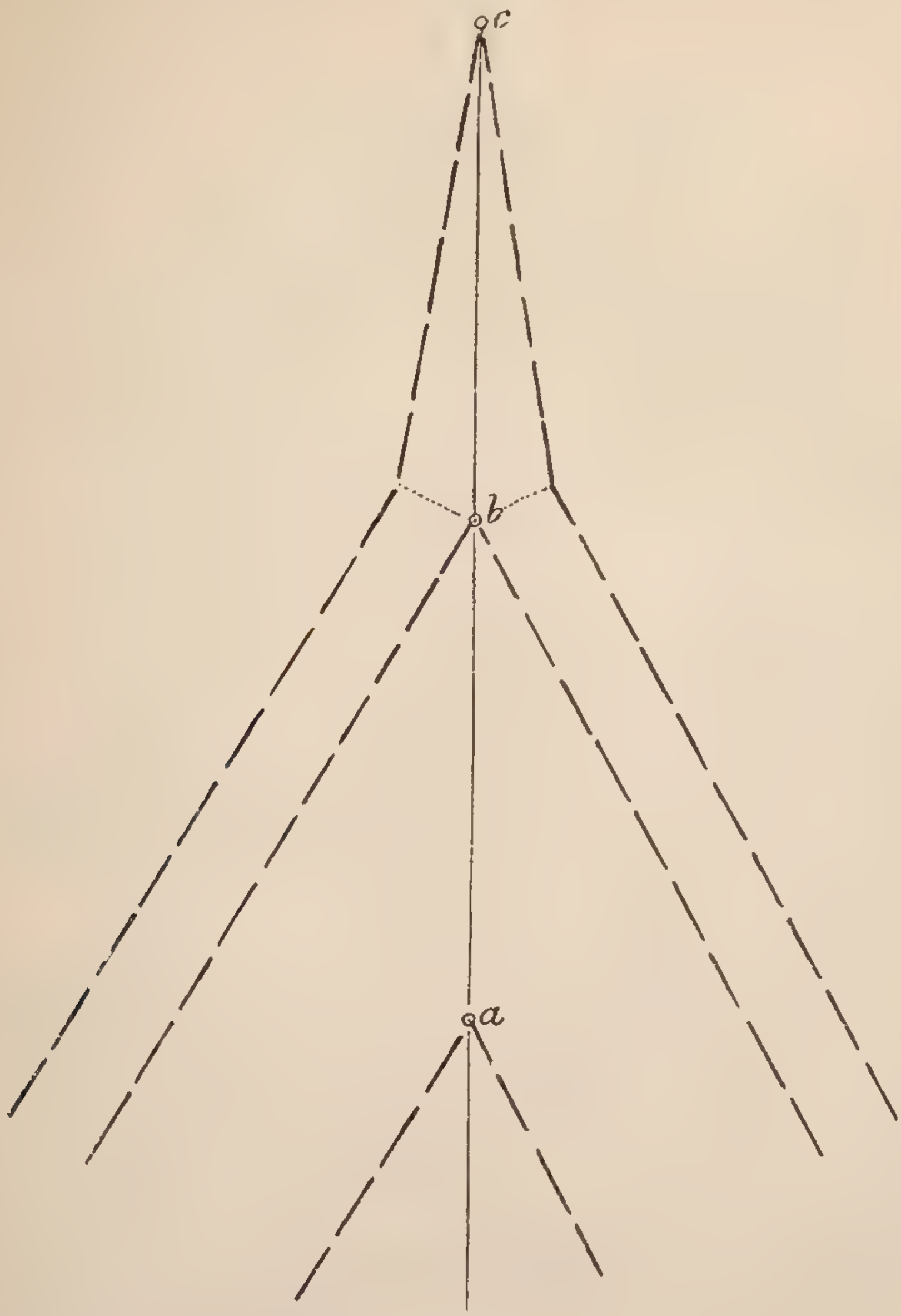
36.

Gegeben ist eine convexe Tiefenlinie von 5° und 10° Neigung. (Fig. 79.)

Es sind die Hänge convex mit einer Böschung von 10° und 20° zu construieren.

Maßstab 1 : 25.000, Schichtenhöhe 100 *m*.

Fig. 78.



Die Auflösung ist bekannt.

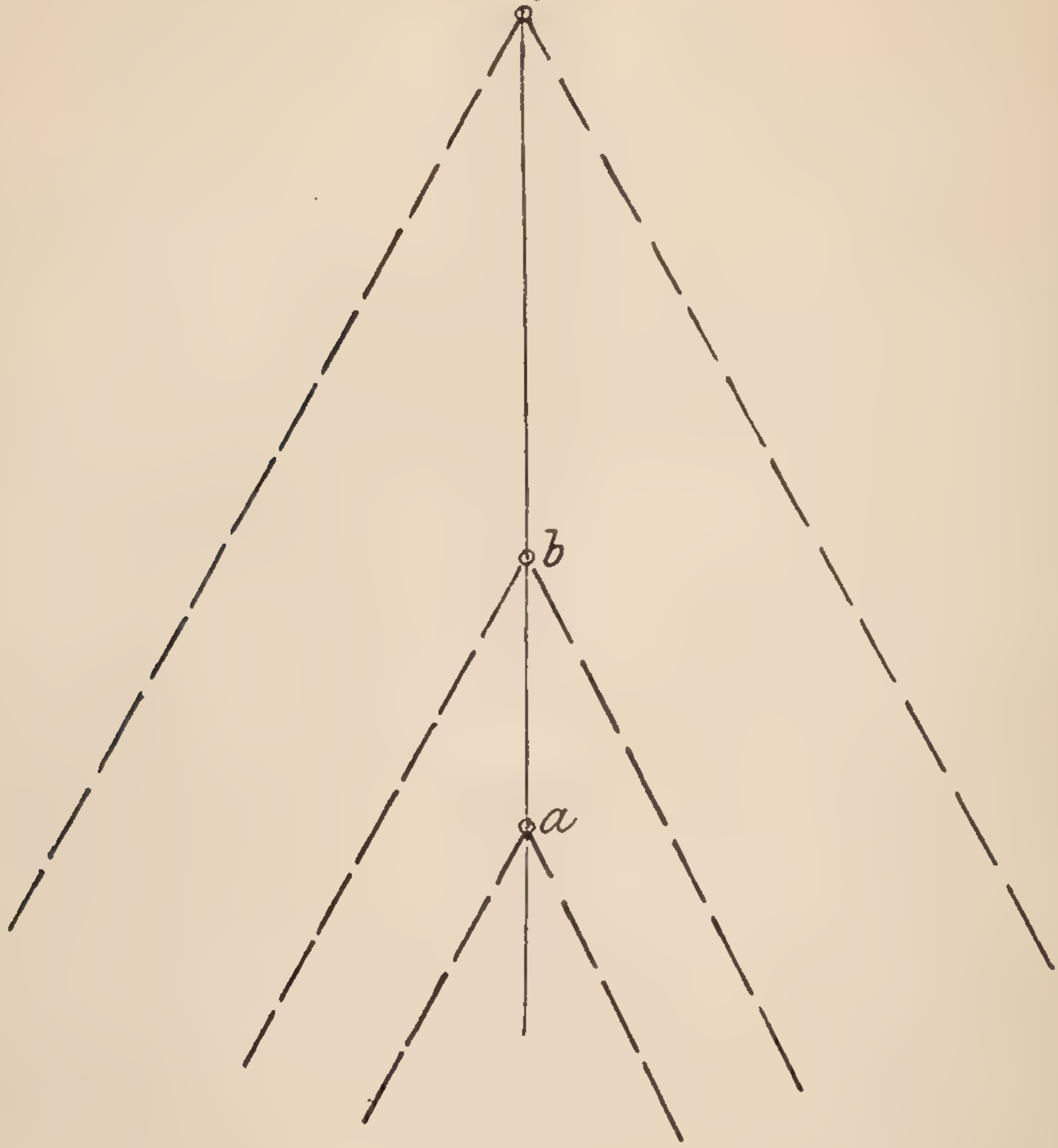
Sind die Tiefenlinie und die Hänge convex, so entstehen bei den Böschungsübergängen weder Rücken noch Mulden, falls die Convexität der Tiefenlinie und der Hänge in gleicher Proportion stehen.

Hier sind die Böschungen in folgendem Verhältnisse:

$$5^0 : 10^0 = 10^0 : 20^0$$
$$1 : 2 = 1 : 2$$

Ist das Verhältnis der Böschungen der Hänge kleiner als jenes der Tiefenlinie (z. B. $5^0 : 10^0 = 10^0 : 25^0$), so ergeben sich beim Böschungsübergange Mulden, und im entgegengesetzten Falle (z. B. $5^0 : 10^0 = 10^0 : 15^0$) Rücken.

Fig. 79.



37.

Gegeben ist eine convexe Tiefenlinie von 5^0 und 10^0 Neigung. (Fig. 80.)

Es sind die Hänge concav mit einer Böschung von 40^0 und 20^0 zu construieren.

Maßstab 1 : 25.000, Schichtenhöhe 100 *m*.

Die Auflösung ist bekannt.

Sind die Tiefenlinien convex und die Hänge concav, so entstehen bei den Böschungsübergängen Rücken. (Siehe Aufgabe 35.)

38.

Gegeben ist eine concave Tiefenlinie von 5° und 10° Neigung. (Fig. 81.)

Es sind die Hänge concav, mit einer Böschung von 10° und 20° zu construieren.

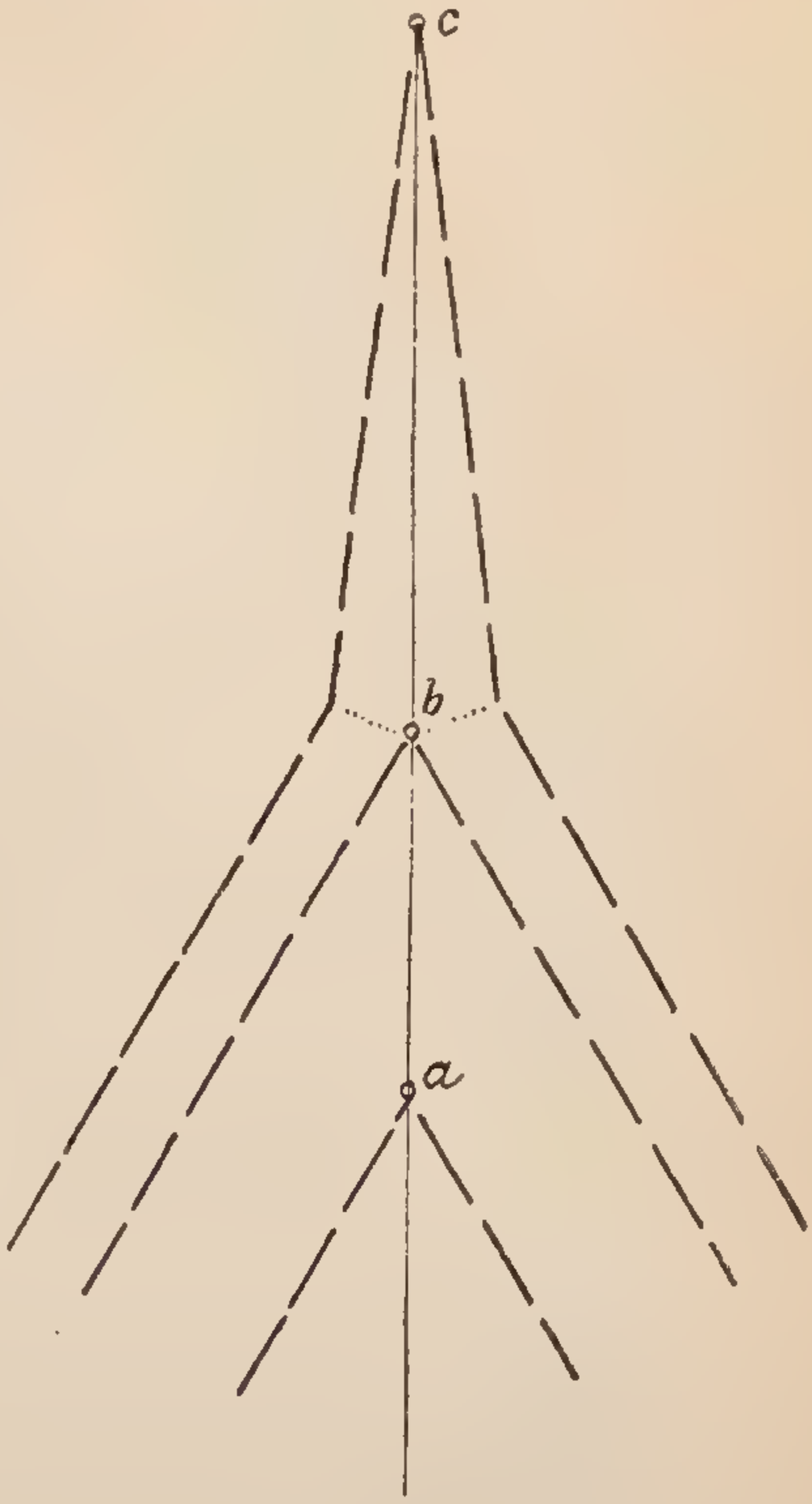
Maßstab 1 : 25.000, Schichtenhöhe 100 *m*.

Die Auflösung ist bekannt.

Bei concaven Tiefenlinien und Hängen entstehen bei den Böschungsübergängen weder Rücken noch Mulden, falls die Concavität der Tiefenlinie und der Hänge in gleicher Proportion stehen. (Siehe Aufgabe 36.)

Ist das Verhältnis der Böschungen der Hänge kleiner als jenes der Tiefenlinie, so ergeben sich beim Böschungsübergange Mulden; im entgegengesetzten Falle Rücken.

Fig. 80.



39.

Gegeben ist eine concave Tiefenlinie von 5° und 10° Neigung. (Fig. 82.)

Es sind die Hänge convex mit einer Böschung von 20° und 40° zu construieren.

Schichtenhöhe 100 *m*, 1 : 20.000.

Die Auflösung ist bekannt.

Bei concaven Tiefenlinien und convexen Hängen entstehen bei den Böschungsübergängen Mulden. (Siehe Aufgabe 37.)

40.

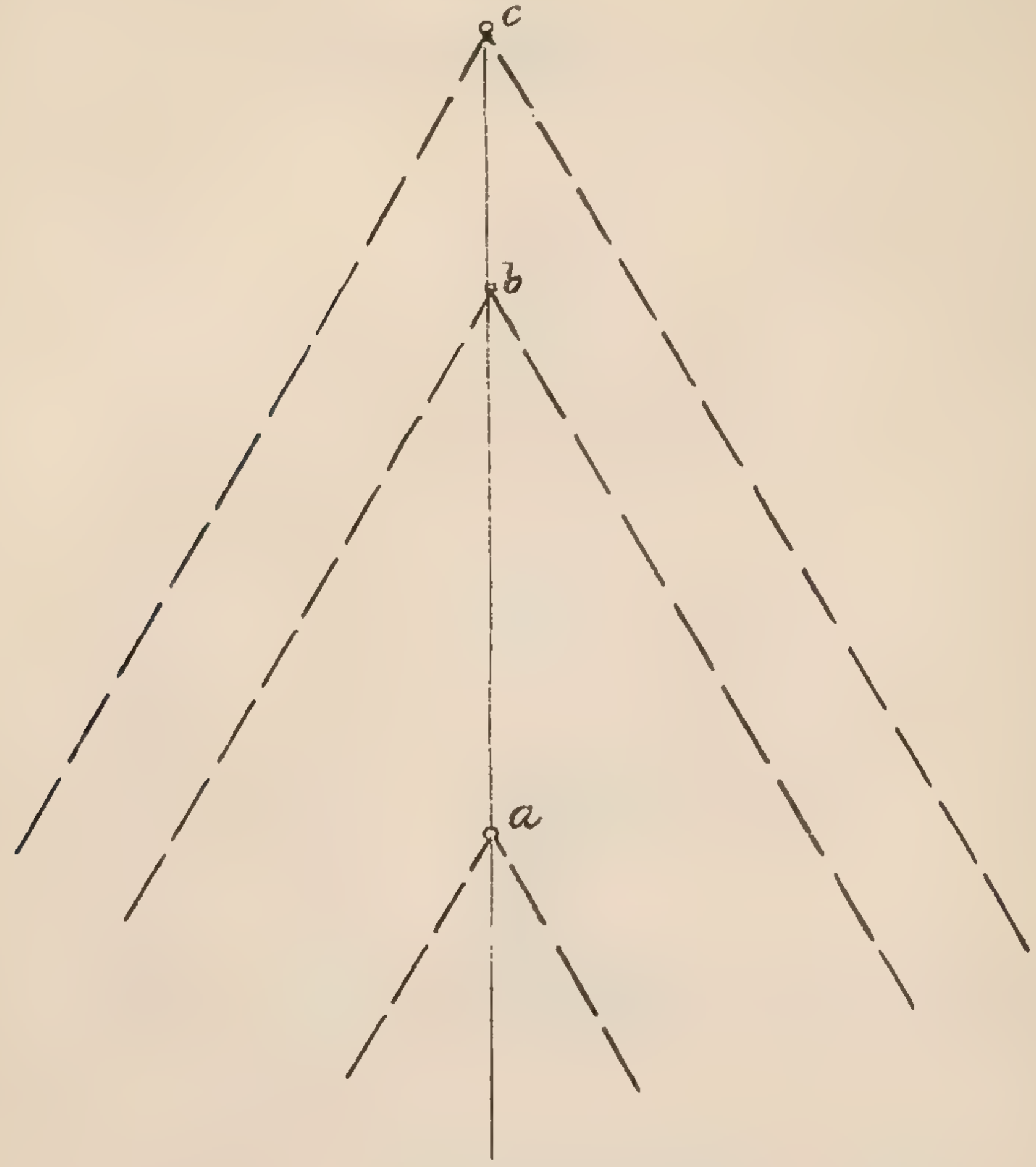
Gegeben ist eine convex-concave Tiefenlinie von 5° und 10° Neigung. (Fig. 83.)

Es sind die Hänge convex-concav und concav-convex mit einer Böschung von 20° und 30° zu construieren.

Schichtenhöhe 100 *m*, Maßstab 1 : 25.000.

Die Auflösung ist bekannt.

Fig. 81.



Bei *c n* entsteht ein Rücken im Sinne der Aufgabe 36.
Das Böschungsverhältnis der Tiefenlinie zum Hange ist

$$5^0 : 10^0 = 20^0 : 30^0, \text{ somit } \frac{1}{2} : \frac{2}{3} \text{ . oder } 1 : 2 = 2 : 3$$

Bei *b m* entsteht eine Mulde im Sinne der Aufgabe 38.
Das Böschungsverhältnis der Tiefenlinie zum Hange ist

$$10 : 5 = 30 : 20, \text{ somit} = 2 : 1{\cdot}5$$

Bei *c p* entsteht ein Rücken im Sinne der Aufgabe 37.
Bei *b o* entsteht eine Mulde im Sinne der Aufgabe 38.
Das Böschungsverhältnis der Tiefenlinie zum Hange ist

$$10 : 5 = 20 : 30 = 2 : 0{\cdot}6.$$

41.

Gegeben ist eine convex-concave Tiefenlinie von 5° und 10° Neigung. (Fig. 84.)

Fig. 82.

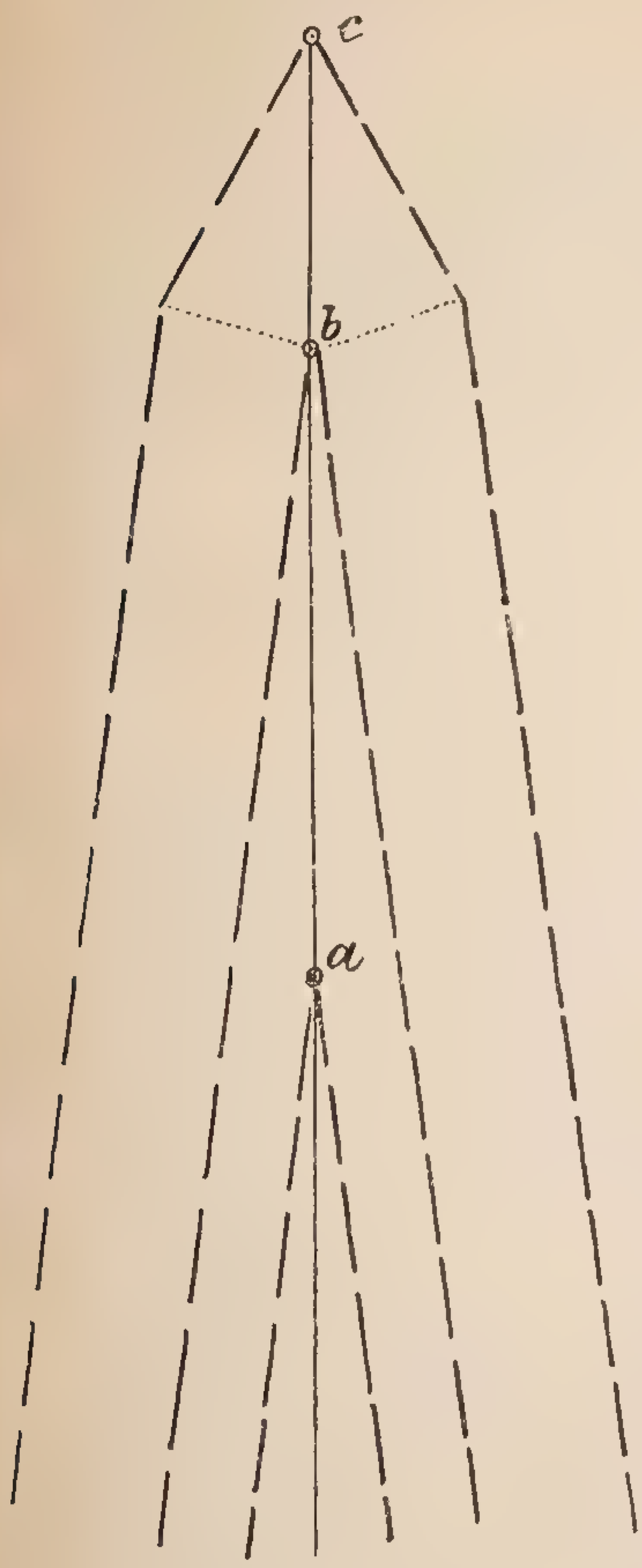
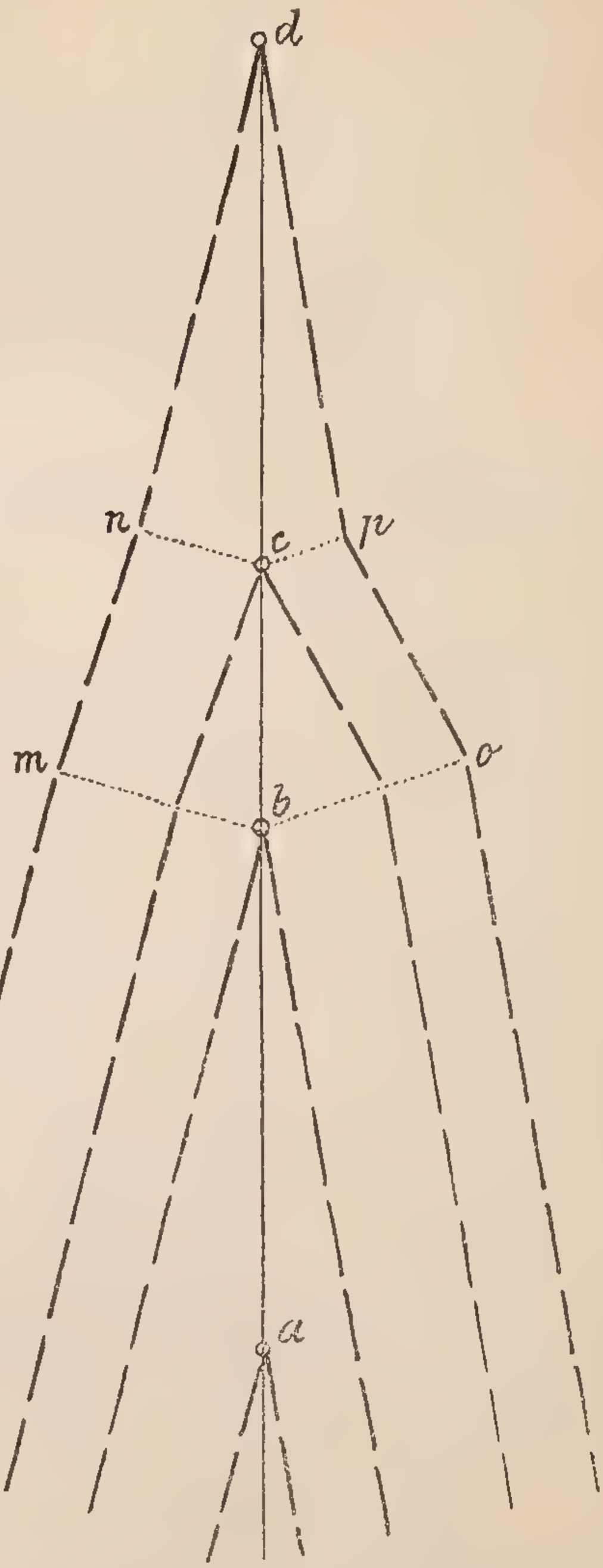


Fig. 83.



Es sind die Hänge convex-concav und concav-convex mit einer Böschung von 20° und 30° zu construieren.

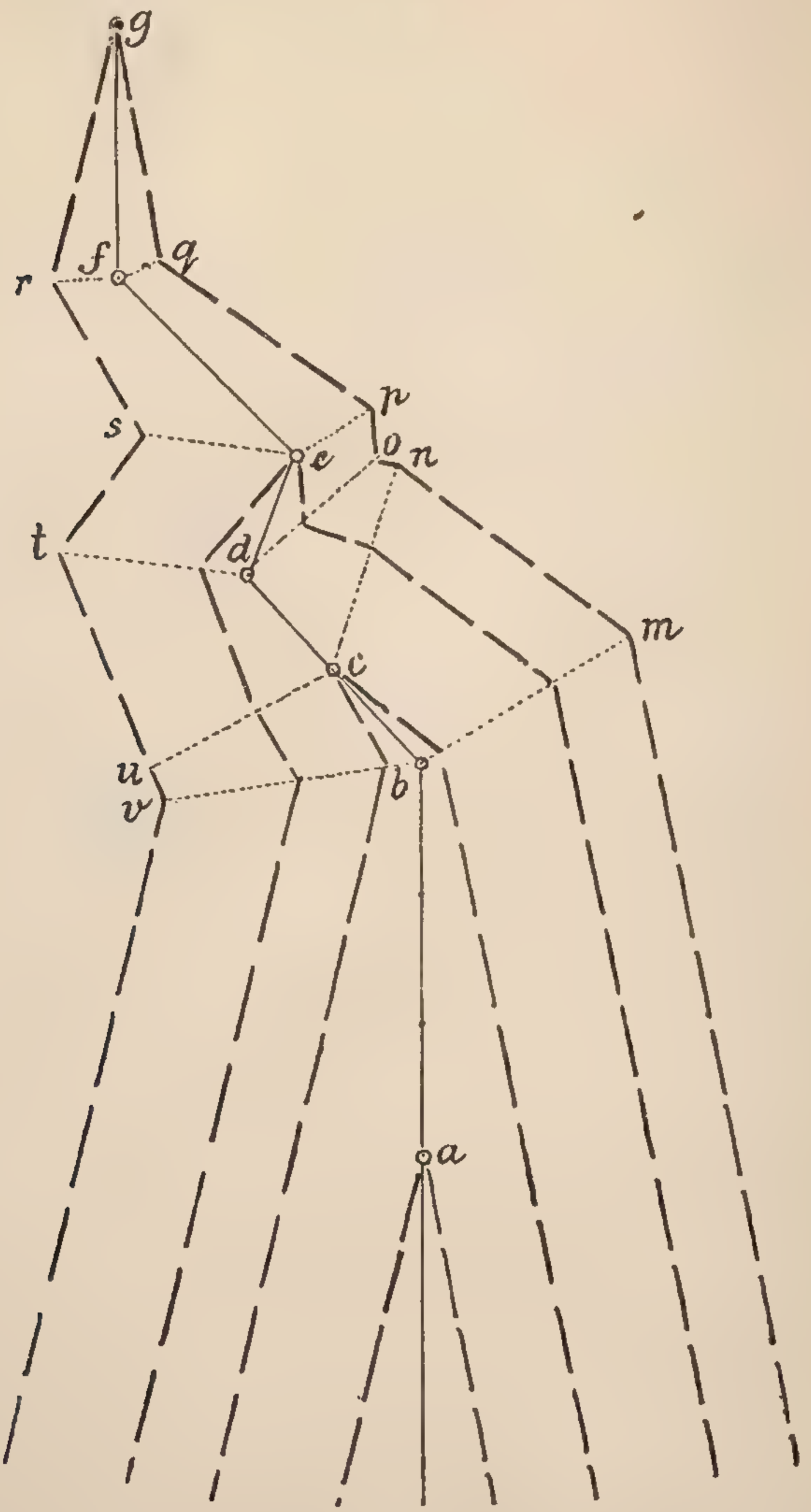
Schichtenhöhe 100 *m*, Maßstab 1 : 25.000.

Die Auflösung ist bekannt.

Bei rf, ep, dt, bm entstehen Mulden im Sinne der Aufgaben 31 und 33.

Bei fq, es, do, bv entstehen Rücken im Sinne der Aufgaben 31 und 33.

Fig. 94.



Die Böschungsübergänge der Tiefenlinie sind bei c und c

$$ge = 5^0,\ ec = 10^0,\ ca = 5^0$$

Bei uc entsteht eine Mulde im Sinne der Aufgabe 38.

Das Böschungsverhältnis der Tiefenlinie zum Hange ist

$$10:5 = 30:20 = 2:1{\cdot}5.$$

Bei *c n* entsteht eine Mulde im Sinne der Aufgabe 38.
Das Böschungsverhältnis der Tiefenlinie zum Hange ist

$$10:5 = 20:30 = 2:0{\cdot}6.$$

(Anmerkung: Die windschiefen Flächen werden absichtlich nicht behandelt, damit der Umfang der vorliegenden Aufgaben nicht unzweckmäßig überschritten werde.

Was hier über Tiefenlinien gesagt wurde, gilt im allgemeinen im verkehrten Sinne für Rücken.

Die Constructions-Aufgaben sollen sowohl den Formensinn erwecken und erhöhen, als auch ein Hilfsmittel, besonders für Anfänger sein, die Terrainformen natürlich und richtig wiederzugeben.)

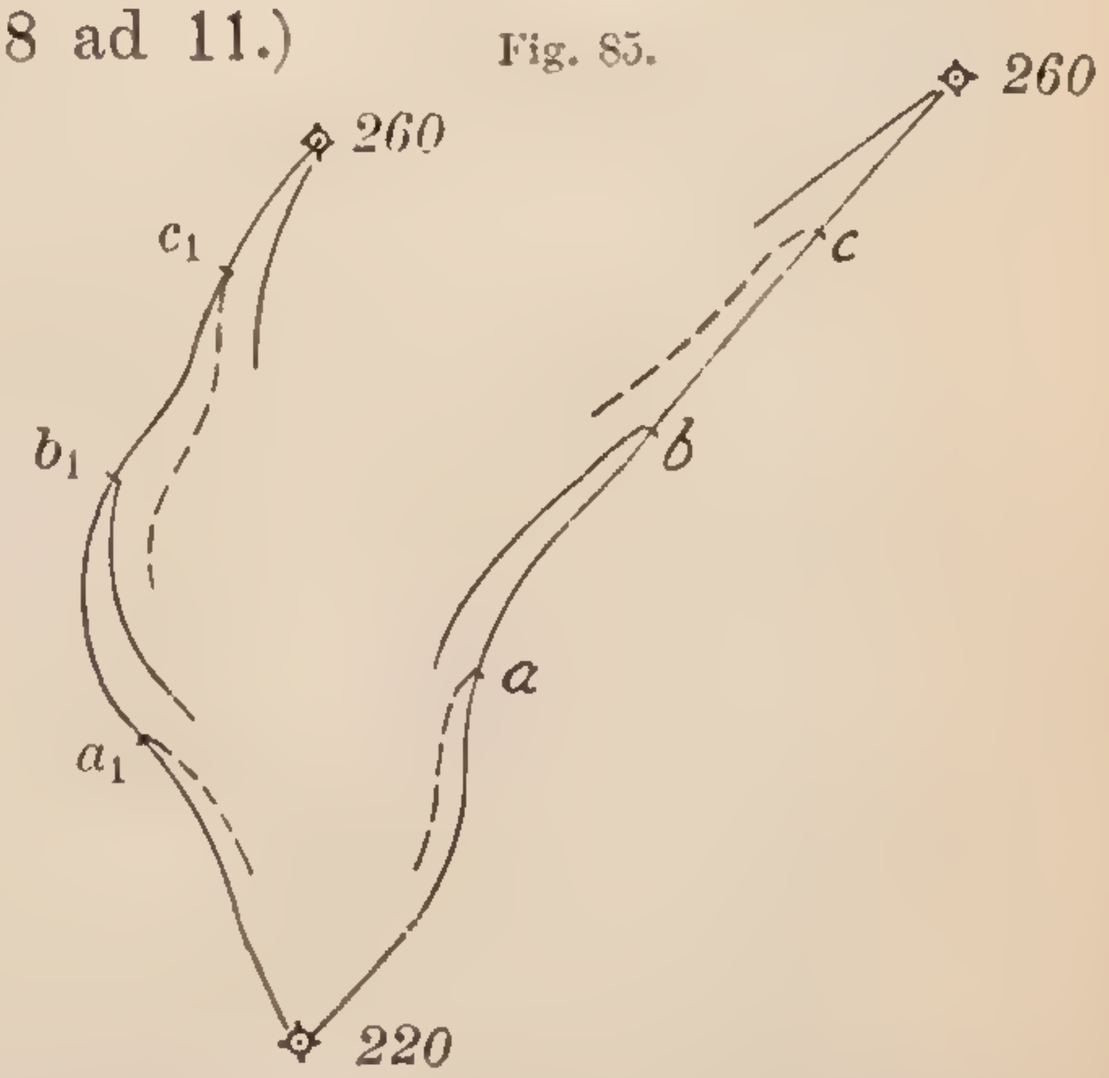
42.

Gegeben sind zwei cotierte Tiefenlinien. (Fig. 85.)

Es sind die Durchgangspunkte der Schichtenlinien im Maße 1:25.000 zu suchen.

(Siehe Aufgabe 8, 9, 10, 3, 28 ad 11.)

Fig. 85.



Die Anlagen der Tiefenlinien zwischen 220 und 260 werden zuerst in die Hälfte getheilt; die höhere Hälfte sodann um etwas verringert (Aufgabe 28, ad 11), wodurch man den Durchgangspunkt b, b_1, für die Schichtenlinie 240 bekommt.

Auf gleiche Weise verfährt man, um die übrigen Schichtenlinien 230 und 250 zu finden.

Hier ist der Grundsatz zu beachten, dass die Haupttiefenlinie immer sanfter sein muss als die Nebentiefenlinie, weshalb die analogen Anlagen immer dieses Verhältnis aufweisen müssen.

$$220\,a > 220\,a_1$$
$$a\,b \quad > a_1\,b_1$$
$$b\,c \quad > b_1\,c_1$$
$$c\,260 > c_1\,260$$

Die dargestellten Coten drücken controlierte Punkte aus, welche bei der Detailaufnahme gemessen wurden.

Zum besseren Verständnis der Cotierung in den Karten sei hier Folgendes gesagt:

In militärischer Beziehung sind die Höhenverhältnisse sehr wichtig, man drückt sie in unseren Karten und Plänen mit Schichtenlinien und mit Coten aus; letztere sind die gemessenen absoluten und relativen Höhen, in Zahlen ausgedrückt.

Diese Zahlen bedeuten Meter und zwar: bei absoluten Höhen die Erhebung in Metern über das Meer, bei relativen Höhen den Höhenunterschied zweier Punkte.

Man kann selbstverständlich die Höhe eines Punktes im Innern des Continents nicht direct vom Meere aus messen. Um aber die absolute Höhe der Gebirge doch zu bekommen, überträgt man vom Meere angefangen fortwährend die Höhenunterschiede und überzieht auf diese Weise das Land mit einem Netze von der Höhe nach bestimmten Punkten. Diese Arbeit, welche mit einem Nivellier-Instrumente längs der Hauptcommunicationen ausgeführt wird, nennt man das „Präcisions-Nivellement".

Beispiel der Ausführung:

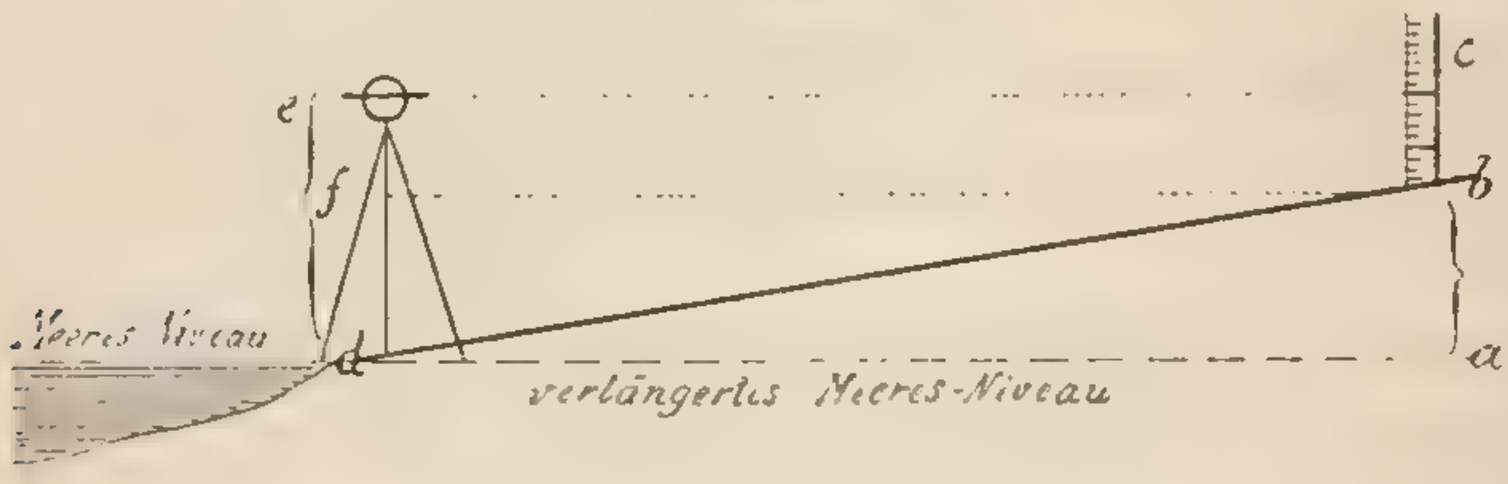


Fig. 86.

b ist höher als *d*.

Der Höhenunterschied ist gleich der Instrumentenhöhe *d e* (Fig. 86) weniger der abgelesenen Lattenhöhe *b c*, somit *a b* = *d f*.

Diese Art des Nivellierens nennt man „Vorwärts-Nivellieren". Die gemessenen Punkte (Repère-Punkte des Präcisions-Nivellements) werden in der Natur mit Eisenplatten (Fig. 87), ähnlich denen, welche man an Bahnhöfen findet, bezeichnet.[1]) In Croatien lautet die Aufschrift „Biljeg visine", in Ungarn „Magasságjegy".

Fig. 87.

In den Karten werden sie folgendermaßen bezeichnet:

⊡ 120·5 (stehende große Ziffern mit einer Decimale).

Die angegebene absolute Höhe bezieht sich auf den horizontalen Strich unterhalb der Aufschrift.

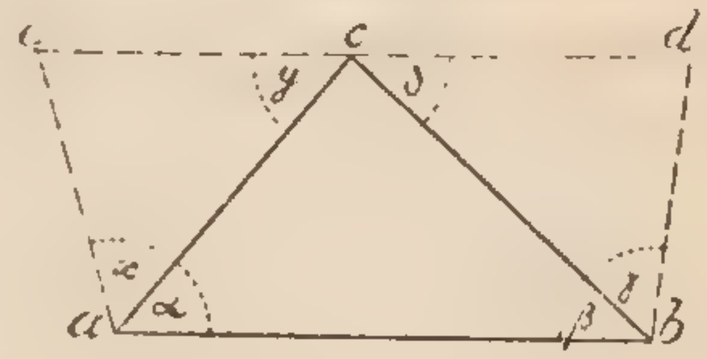
In Karten und Plänen finden wir weiter die sogenannten „trigonometrischen Punkte".

Um ein Land aufzunehmen (Mappieren, Anfertigen von Plänen), überzieht man es mit einem Netze von Dreiecken, deren Scheitelpunkte genau bestimmt werden. Die Scheitelpunkte selbst bilden die trigonometrischen Punkte. Wir wissen, dass ein Dreieck bestimmt ist, sobald man eine Seite und die anliegenden

[1]) Die Nivellements-Punkte bei den Bahnhöfen werden nicht alle vom k. und k. mil.-geogr. Institute gemessen.

Winkel kennt. Im Dreiecke $a\,b\,c$ (Fig. 88) hat man somit die Linie $a\,b$ und die $\sphericalangle\,\alpha$ und β zu messen. Man nennt die Seite $a\,b$ die „Basis" und die obige Arbeit selbst die „Basismessung". Die Winkel werden mit einem besonderen Instrumente gemessen (Theodolith); diese Arbeit nennt man Triangulierung (trigonometrische Triangulierung). Man kann dann leicht die Seiten $a\,c$ und $b\,c$ mittelst trigonometrischer Berechnung (daher der Name „trigonometrischer Punkt") finden, und jede derselben als Basis für andere Dreiecke benützen. Auf diese Weise wäre der Punkt c (d e)

Fig. 88.



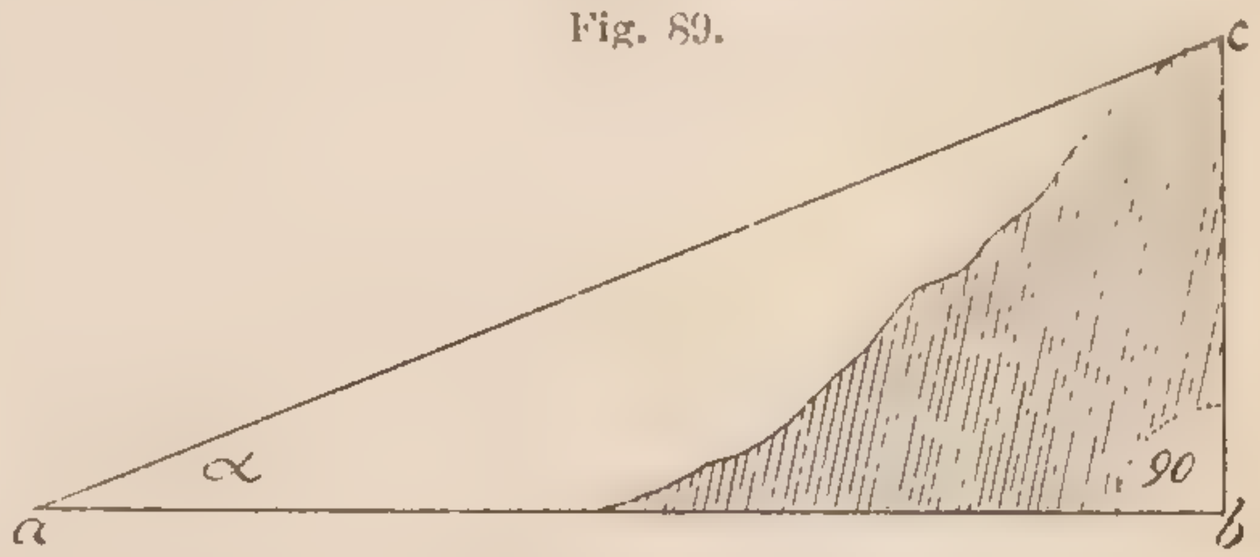
der Lage nach bestimmt, d. h. seine horizontale Entfernung von a und b bekannt.

Wenn ein solcher trigonometrischer Punkt nur der Lage nach bestimmt ist (was selten vorkommt), so wird er folgendermaßen bezeichnet: △

Gewöhnlich bestimmt man bei der Triangulierung auch die relative Höhe der trigonometrischen Punkte und zwar basiert auf den erwähnten Grundsatz für die Bestimmung der Dreieckseiten.

Der $\sphericalangle\,\alpha$ (Fig. 89) stellt den Verticalwinkel vor (bei Bestimmung der Punkte der Lage nach wurden Horizontalwinkel gemessen). $a\,b$ ist die horizontale Projection der Entfernung, welche bereits bekannt ist.

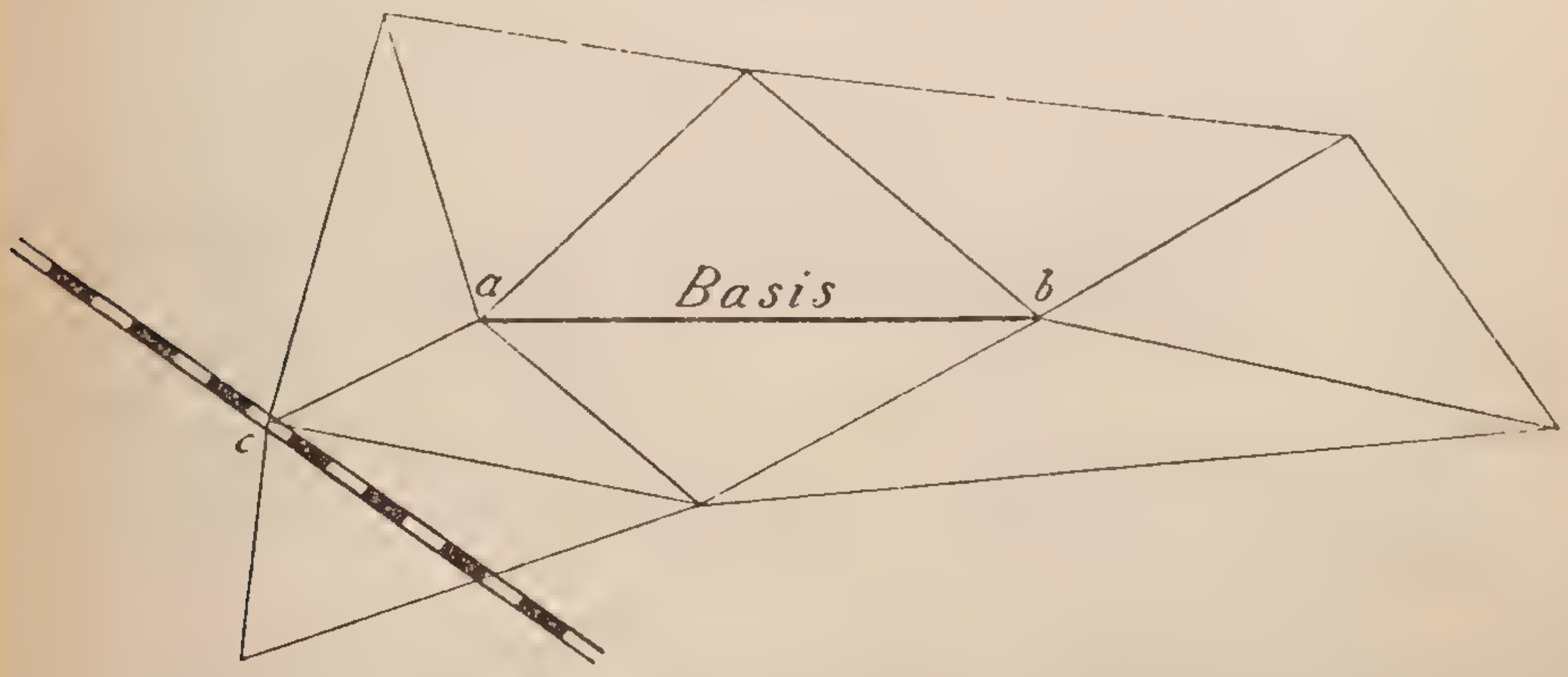
Fig. 89.



Da der $\sphericalangle\,a\,b\,c$ 90^0 beträgt, kann die Höhe $b\,c$ leicht bestimmt werden.

Auf diese Weise erhält man den Höhenunterschied zwischen a und c (relative Höhe). Um nun die absolute Höhe der trigonometrischen Punkte zu erlangen, muss man das Netz dieser Punkte mit jenem des Präcisions-Nivellements in Verbindung bringen. (Fig. 90.)

Fig. 90.



Der Punkt c stellt einen solchen trigonometrischen Punkt vor, welcher zugleich Repère-Punkt des Präcisions-Nivellements ist.

Solche Punkte erhalten folgende conventionelle Bezeichnung: △ 200·5 (die Zahl mit Decimale, wie bei Repère-Punkten zum Unterschiede von den anderen Punkten, welche ohne Decimale sind. △ 200.).

Bei ⛤ befindet sich die Cote wegen Raummangels immer neben dem Ortsnamen in Klammern.

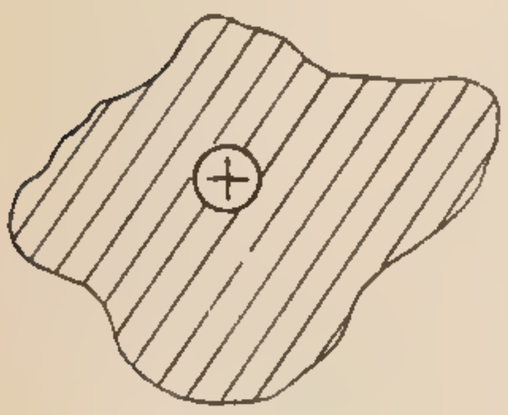
Außerdem erhalten alle trigonometrischen Punkte einen Namen.

In der Natur werden sie oberirdisch und unterirdisch markiert.

Insoweit die oberirdische Markierung der trigonometrischen Punkte im Laufe der Jahre durch Zufälle nicht verschwunden ist, findet man dieselbe als steinerne oder hölzerne Pyramiden, Hochstände etc.

Die unterirdische Markierung besteht aus einer Steinplatte, in deren Mitte ein Zinkkegel mit einem Kreuz eingelassen ist. Dieselbe wird circa 1 *m* tief mit dem Kreuzungspunkte genau unter dem trigonometrischen Punkte eingelagert und ermöglicht die sichere Auffindung desselben. (Fig. 91.)

Fig. 91.



Auf Grundlage der genau bestimmten trigonometrischen Punkte beginnt nun die eigentliche Arbeit der Landesaufnahme. (Vorher wird aber das Dreiecksnetz nach astronomischen Beobachtungen orientiert.) Bei dieser handelt es sich darum, auf graphischem Wege innerhalb der gegebenen Dreiecke soviel Punkte als möglich, sowohl der Lage als auch der Höhe nach, zu bestimmen, damit man für das Detaillieren genügende Anhaltspunkte hat.

Diese Arbeit selbst wird vom Mappeur ausgeführt und heißt „große, respective kleine graphische Triangulierung" zum Unterschiede von der trigonometrischen Triangulierung.

Die hiezu nöthigen Instrumente sind der Messtisch und das Detaillierbrett. Bei der großen graphischen Triangulierung werden die Arbeiten auf der ganzen Section (circa 4^2 Meilen) ausgeführt, bei der kleinen nur auf einem Sectionsviertel.

Das Höhenmessen wird entweder mit einem Höhenmesser trigonometrisch oder mit einem Aneroide physikalisch durchgeführt.

In der Natur werden Punkte der Detailaufnahme nur als Signale markiert; Kuppen, Sättel, Rasten, Absätze, Tiefenlinien, Brücken, Kreuze, Kirchen, Kapellen u. dgl. werden gemessen.

Die Höhe bezieht sich wie bei den trigonometrischen Punkten auf den natürlichen Boden.

Solche Punkte, welche nur einmal gemessen werden konnten, bezeichnet man in den Karten und Plänen mit ⊹ *1200* zum Unterschiede von den zweifach und mehrfach gemessenen, welche einen Punkt erhalten: ⊹ *1200*

Fig. 92. Fig. 93. Fig. 94. Fig. 95.

Kuppe. Loch. Rücken. Einsenkung.

Zum Schlusse seien noch die relativen Coten erwähnt.

Diese werden mit kleinen liegenden Zahlen bezeichnet und drücken geringe Höhenunterschiede bis zu 9 *m* bei Flussufern, Dämmen, Mauern, Gräben etc. aus.

Überhöhungen über 9 *m* werden in Schraffen dargestellt.

Zu den relativen Coten gehört auch das Minuszeichen, welches bei Terrainwellen und bei Karstlöchern angewendet wird, um Missverständnisse auszuschließen.

43.

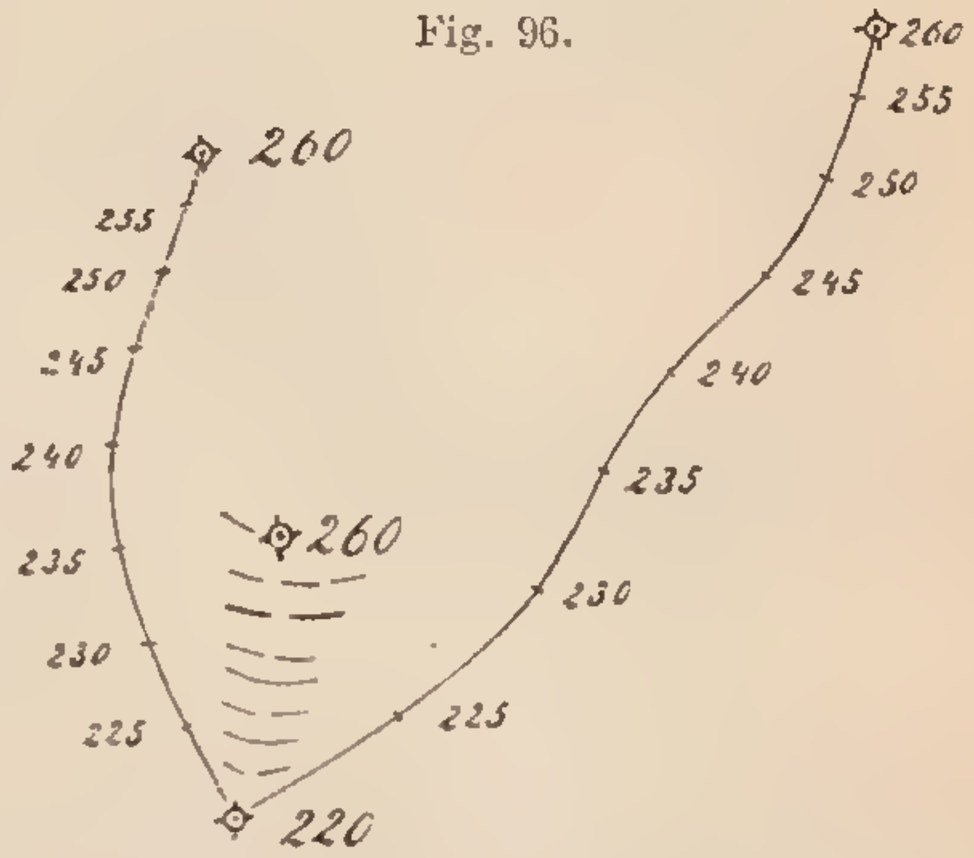
Gegeben sind zwei cotierte Tiefenlinien und ein cotierter Rücken. (Fig. 96.)

Es sind im Maße 1:12.000 die Durchgangspunkte der Schichtenlinien zu bestimmen.

Bezüglich der Schichtenhöhe siehe Aufgabe 4.

Die Eintheilung der Tiefenlinie geschieht, wie in der Aufgabe 42 erörtert wurde. Der Rücken 260—220 wird stetig eingetheilt, weil weder Schraffen noch gemessene Böschungswinkel als Hilfsmittel zur Verfügung stehen.

Fig. 96.

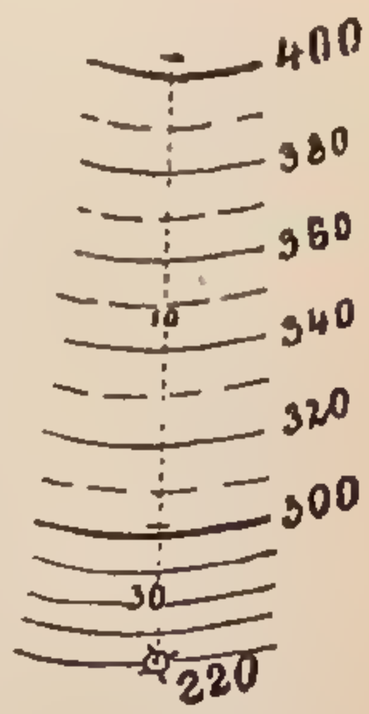


44.

Gegeben ist eine cotierte Rückenlinie mit gemessenen Böschungswinkeln. (Fig. 97.)

Es sind die Durchschnittspunkte der Schichtenlinien im Maße 1:25.000 zu bestimmen.

Fig. 97.



Wenn die Böschungswinkel angegeben sind, so überträgt man die von einem Anlage-Maßstab abzugreifende correspondierende Anlage.

Im Sinne der Aufgabe 19 sollten hier nur die Schichtenlinien 300, 320, 360, 380, 400 gezogen sein. — In den Schichtenoleaten[1]) werden jedoch alle Schichtenlinien, soweit es thunlich ist, gezogen, weil die Ausführung der Formen auf diese Weise richtiger wird. Die 100 *m*-Schichtenlinien werden voll ausgezogen. In die Pläne werden dann nur jene, die nöthig sind (Aufgabe 19), übertragen.

Die Böschungswinkel werden gelegentlich des Detaillierens mit dem Böschungsmesser (Quadrant mit Senkblei, am Detaillierbrette angebracht) gemessen und direct auf der Zeichnung in nebenstehender Weise vorgemerkt. (Fig. 98.)

Fig. 98.

[1]) Die Arbeit des Schichtenlegens wird auf durchsichtigem Oleatenpapier durchgeführt, erst nach Fertigstellung des Schichtenplanes werden die Schichtenlinien mittelst Pausierens auf die Zeichnung übertragen.

45.

Gegeben ist eine cotierte und schraffierte Rückenlinie. (Fig. 99.)

Es sind die Durchgangspunkte der Schichtenlinien im Maße 1:25.000 zu bestimmen.

Fig. 99.

Da die Schraffierung verschiedene Böschungswinkel ausdrückt, kann die Anlage 200—280 nicht gleichmäßig eingetheilt werden.

Die ebene Partie (Absatz) wird ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

Die Eintheilung kann nur nach dem Augenmaße erfolgen, weil man im Felde die Schraffen selten mit der richtigen Gradation zeichnen kann.

Dies geschieht erst dann, wenn die gelegten Schichtenlinien übertragen sind und die Zeichnung mit Tusch ausgeführt wird.

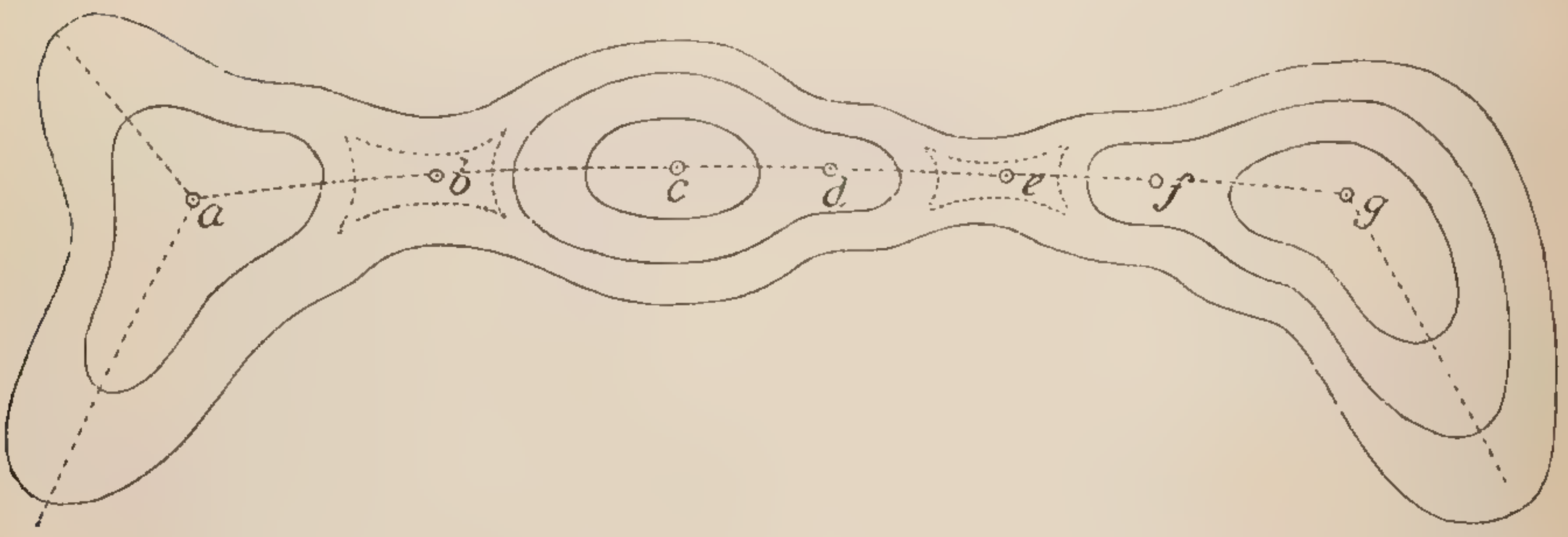
46.

Gegeben ist die Richtung einer Rückenlinie. (Fig. 100.)

Es sind die auf derselben angezeigten Detailformen ideal mittelst Schichtenlinien im Zusammenhange darzustellen.

***a, c, g* Kuppen, *d, f* Rasten, *b, e* Sättel.**

Fig. 100.



Man entwirft sich zuerst die Grundformen an der ihnen zukommenden Stelle mit feinen punktierten Linien.

Für Kuppen haben wir folgende Grundformen:

1. Die runde Form (Fig. 101), welche als solche selten anzutreffen ist (Sandboden, Karst).

Fig. 101.

2. Die rechteckige Form (Fig. 102), welche an geraden Rückenlinien (*c*), wo die von ihr abzweigenden Abhangsrücken sehr kurze Anlagen haben, vorzukommen pflegt.

3. Die dreieckige Form (Fig. 103), als die häufigste unter allen. Sie ist bei Wendungen der Rückenlinie anzutreffen (*a*, *g*).
   Je bedeutender der Rücken (*a*), der von der Kuppe abzweigt, desto ausgesprochener sind die Mulden.

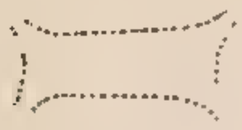
Fig. 102.

Fig. 103.

Für Sättel haben wir folgende Grundformen:

Fig. 104.

1. Der regelmäßige Sattel.



2. Der Längensattel.

3. Der Quersattel.

4. Der schiefe Sattel.

5. Der unregelmäßige Sattel.

Der Absatz hat zwei Grundformen:

1. Die gerade Grundform (Fig. 105), bei geraden Rücken vorkommend.
2. Die schiefe Grundform (Fig. 106), bei Rückenwendungen vorkommend.

Fig. 105.

Sind die Grundformen bezeichnet, so entwirft man sich die durch die Formen bedingten Mulden und zwischen je zwei Mulden die entstehenden Rücken.

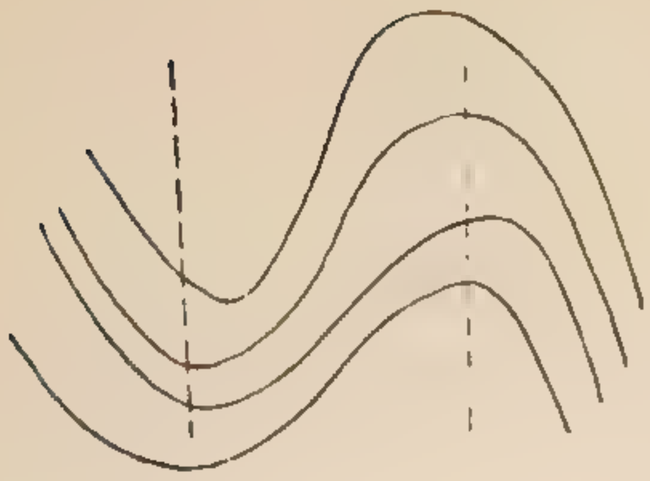
Fig. 106.

Hiebei sind folgende Grundsätze zu beachten:

1. Mulden sind beiderseits eines Sattels, zwischen zwei Abhangsrücken und auf beiden Seiten eines Absatzes (Rast) anzutreffen.
2. Die Rückenlinie und die Muldensohle sind immer sanfter als die Abhänge. (Die Anlagen sind also bei den Abhängen kleiner.) (Fig. 108.) Eine Ausnahme findet bei Steilmulden statt.
3. In der Richtung der Rückenlinie und der Muldensohle müssen die Schichtenlinien symmetrisch abgerundet sein. (Fig. 106 und 107.)

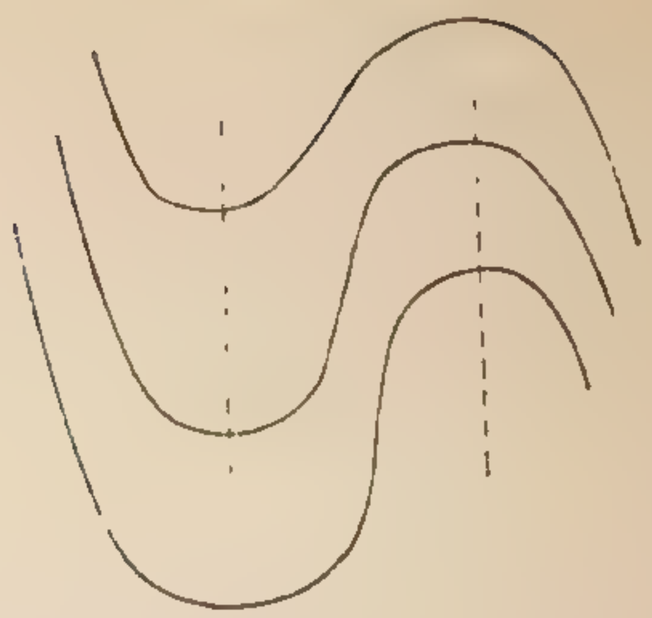
Eine Ausnahme tritt dann ein, wenn die eingestreuten Details (Steilen) dies bedingen; keineswegs darf aber diese Ausnahme zur Regel werden.

Fig. 107.



Falsche Darstellung.

Fig. 108.



Richtige Darstellung.

Wenn auf diese Weise das Gerippe der Formen skizziert ist, kann mit dem Entwerfen der Horizontalen begonnen werden.

47.

Gegeben ist die Richtung der Wasserlinie eines Thales. (Fig. 109.)

Es ist das Thal mit Horizontalen ideal darzustellen, wobei die vorkommenden charakteristischen Merkmale der Terrainformen beizubehalten sind.

1. Die Tiefenlinie selbst weist im Sinne der Aufgabe 28, Punkt 11, die Charakteristik eines concaven Profiles auf, infolge dessen die Anlage der Schichtenlinien vom Ursprung bis zur Mündung immer größer wird. Die Theilstriche auf der Tiefenlinie markieren in diesem Sinne die Anlagen. Wird die Anlage zwischen zwei Theilstrichen kleiner als 5^0, dann wird dieser Theil beim Schraffieren weiß gelassen (Thalsohle).
2. Die Tiefenlinie wird vom Ursprung an gegen die Mündung immer gekrümmter sein.

   Die Krümmungen selbst entstehen infolge eines auf die momentane Richtung des Wassers einwirkenden Kraftmomentes.

   Dieses Kraftmoment kann zweifacher Art sein:

   Entweder leistet das Erdmaterial (Felsen etc.) einen Widerstand, in welchem Falle das Wasser das im Wege befindliche Hindernis (Rücken) umgeht und eine neue Richtung einschlägt, wonach vis-à-vis dieser Stelle sich eine Mulde befinden muss (siehe Aufgabe 41), oder es wird die Richtung durch den Zufluss eines anderen Gewässers beeinflusst (siehe Aufgabe 28, Punkt 9), in welchem Falle an dieser Stelle eine Rinne vorhanden wäre.

   Die Constatierung des Vorhandenseins von Mulden oder Rinnen sowie der Länge der Biegungen ist Sache eines directen Vergleiches mit der Natur gelegentlich des Detaillierens.

Wir nehmen übungshalber an, es wäre bei *a* eine Mulde, bei *b*, *c*, *d* und *e* eine Rinne vorhanden.

3. Auf Grund der Aufgabe 28, Punkt 9, sind wir imstande, die Richtung der einmündenden Bäche beiläufig festzusetzen, wobei angenommen wird, dass Fels- oder Lehmboden diese Richtung nicht beeinträchtige. Es sei hier gleich bemerkt, dass die Formen in den zwei ebengenannten Bodenarten keinen Regeln folgen.

Ebenso ist die Charakteristik der Bodenformen in sehr flachem Terrain durch die geringen Böschungen (geringer Bodendruck) einigermaßen beeinflusst, weshalb sich das Mittelgebirge am besten zum Studium eignen dürfte.

Man lerne zuerst das Regelmäßige kennen, die Ausnahmen von den Regeln werden sich dann leichter ergeben.

Wir erhalten somit die Richtungen *b m*, *c n*, *d o*, *e p*. Hiebei ist zu beachten, dass von zwei Tiefenlinien diejenige die kräftigere ist, welche die größere Wassermasse aufweist.

Da diese mit der Länge der Tiefenlinie proportional ist und die Haupttiefenlinien die längsten sind, so könnte man kurz sagen:

„Im allgemeinen bestimmt die Haupttiefenlinie die allgemeine Richtung des Wasserlaufes."

4. Jedes Thal fängt mit einer Mulde an, hierauf folgt eine Verschneidung — Quelle —, dann eine Rinne,

Fig. 109.

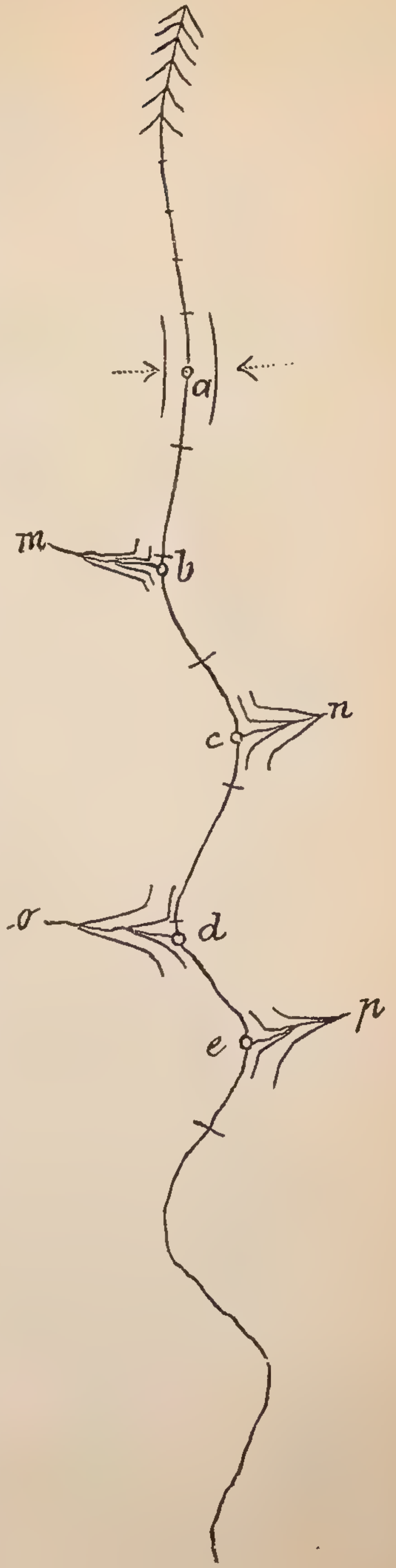
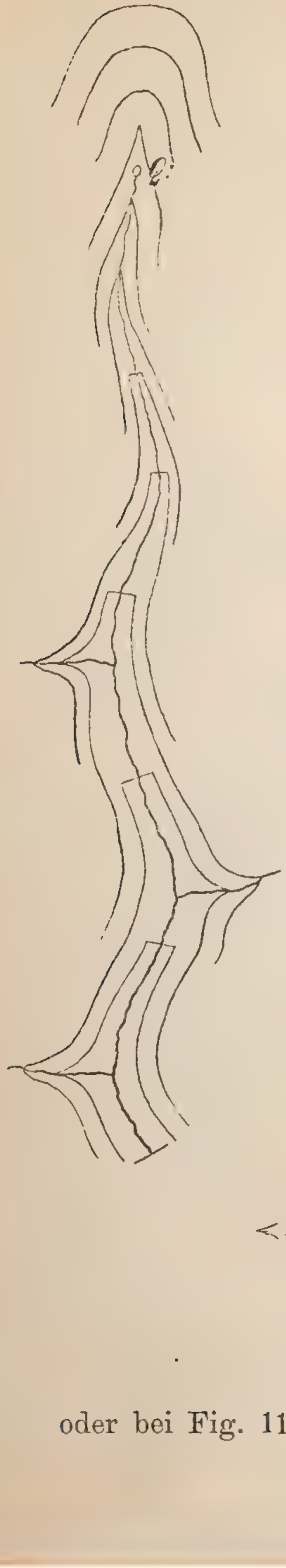


Fig. 110.



welche schließlich in eine breitere Sohle (Thalsohle) übergeht.

Die Kaare im Hochgebirge, die Schluchten und Klüfte an der Grenze der Alpenregion sind streng genommen nichts anderes als große Mulden mit steilen Wänden.

Die Aufeinanderfolge der erwähnten Formen kann man sich auf der Haupttiefenlinie mit kurzen Horizontalen wie in Fig. 110 bezeichnen.

Hiebei wolle man beachten, dass, abgesehen von Thalengen und -Weiten, die Thalsohle gegen die Mündung zu immer breiter wird, da sie eine directe Folge der Wassermasse ist.

5. Mulden pflegen immer beiderseits eines Sattels oder Absatzes und zwischen zwei Rücken vorzukommen.

Beim Thalanfang wird sich zumeist ein Sattel vorfinden, welche Form wieder beiderseits zwei Kuppen bedingt.

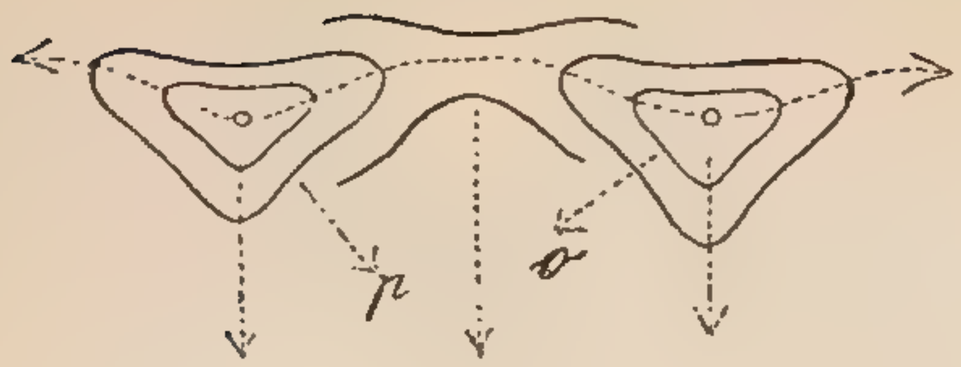
Die Lage und Größe sowie die Detailform der erwähnten Terrainformen sind Sache des Detaillierens.

Da die Thalrichtung beiderseits von Rücken eingeschlossen ist, haben wir somit bei jeder Kuppe eine dreitheilige Abzweigung von Rücken. Zieht man nun in Rechnung, dass Kuppen in der Richtung der Rückenlinie sanfter sind (größere Anlage) als in jener der Abhänge, so ergibt sich in unserem Falle folgende allgemeine Form der Kuppen (Fig. 111):

Fig. 111.

oder bei Fig. 112 in Schichtenlinien dargestellt:

Fig. 112.

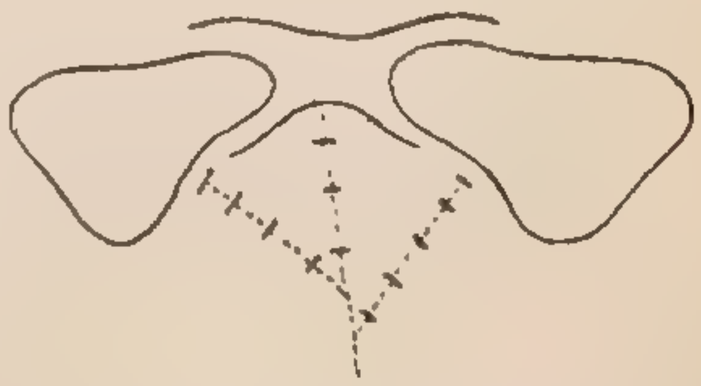


6. Beachtet man den Grundsatz, dass zwischen zwei Rücken Mulden vorkommen, so ergeben sich zwischen dem Haupt- und den zwei Nebenrücken, welche das Thal begleiten, die Mulden in der Richtung *o* und *p*. (Fig. 111.)
7. Je nach ihrer Länge werden diese Mulden entweder als solche in die Haupttiefenlinie oder nach vorheriger Bildung der Verschneidungen eventuell als Rinnen einmünden.

   Selten wird es vorkommen, dass mehr als zwei Verschneidungen in einem Punkte zusammentreffen. (Aufgabe 28, Punkt 10.)[1])

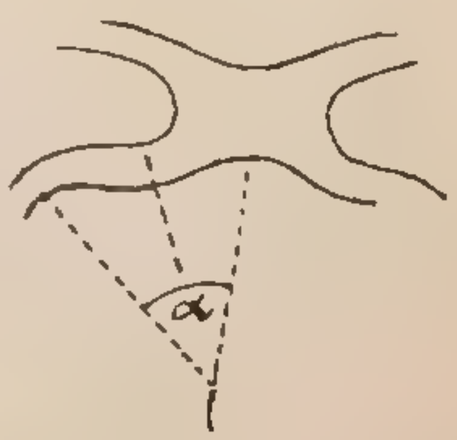
   Nach Entwurf der Richtung dieser Tiefenlinien können wir uns die Durchgangspunkte der Schichtenlinien bei Beachtung des Punktes 1 bestimmen. (Fig. 113.)

   Fig. 113.



   Man beachte noch, dass die Mulden je näher der Haupttiefenlinie desto ausgesprochener sind, weshalb sie knapp unter den Kuppen, Absätzen, Rückentheilungen oft kaum zu erkennen sind.
8. Bei Beachtung des Grundsatzes, dass zwischen zwei Mulden sich ein Abhangsrücken befindet, kann man nun die ganze Form am Thalursprung mit Horizontalen schließen.

   Fig. 114.



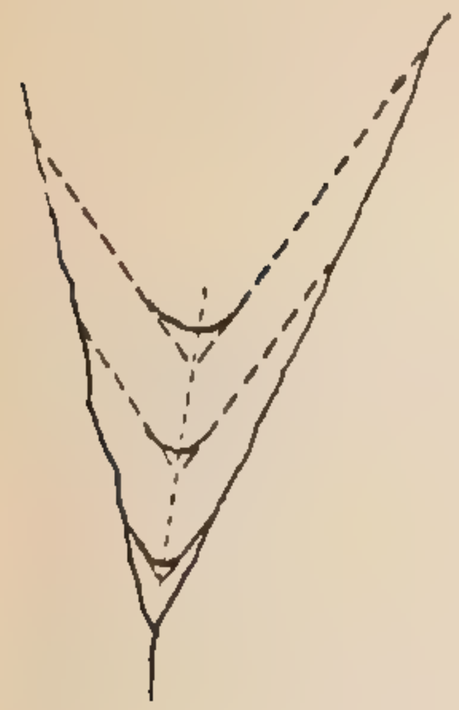
   Hiebei merke man, dass die Rückenlinie sanfter (größere Anlage) sein muss als die Hänge; weiter, dass sich dieselbe vom Punkte, wo die Tiefenlinien zusammentreffen, selten in der Halbierungslinie des Winkels α (Fig. 114) hinzieht, sondern zumeist der Haupttiefenlinie näher liegt, weshalb auf dieser Seite die steileren Hänge sich vorfinden werden.

---

[1]) Einer der wenigen Fälle, wo diese Ausnahme einzutreten pflegt, ist knapp unter dem Sattel, wenn die Hänge sehr steil sind.

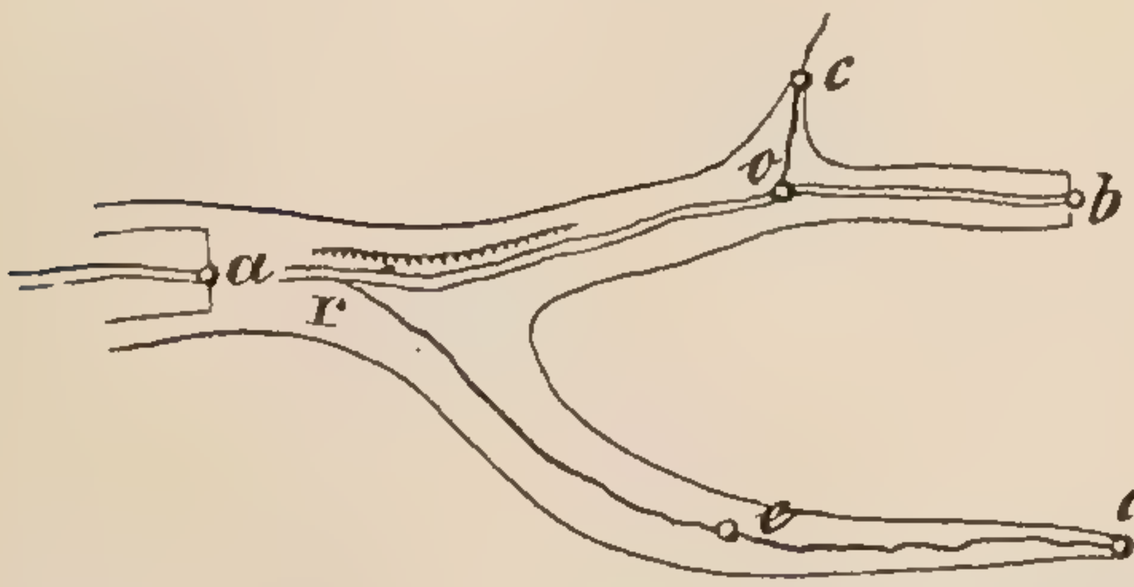
Um nun die Horizontalen zu ziehen, zeichnet man sich zuerst eine geometrische Form (Fig. 115) und rundet sodann die Ecken ab.

Fig. 115.



9. Bei der Eintheilung der Anlagen in den Tiefenlinien beachte man den Grundsatz, dass die Haupttiefenlinie immer sanfter als die Nebentiefenlinie ist, weshalb dort die größere Anlage zu nehmen ist. (Fig. 116.)
10. Bei Beachtung des Grundsatzes, dass Mulden, welche in das Thal als solche einmünden, zumeist von Rückentheilungen stammen, und dass den Rückentheilungen flache Partien vorangehen (siehe Constructions-Aufgaben), erlangen wir bei *a*

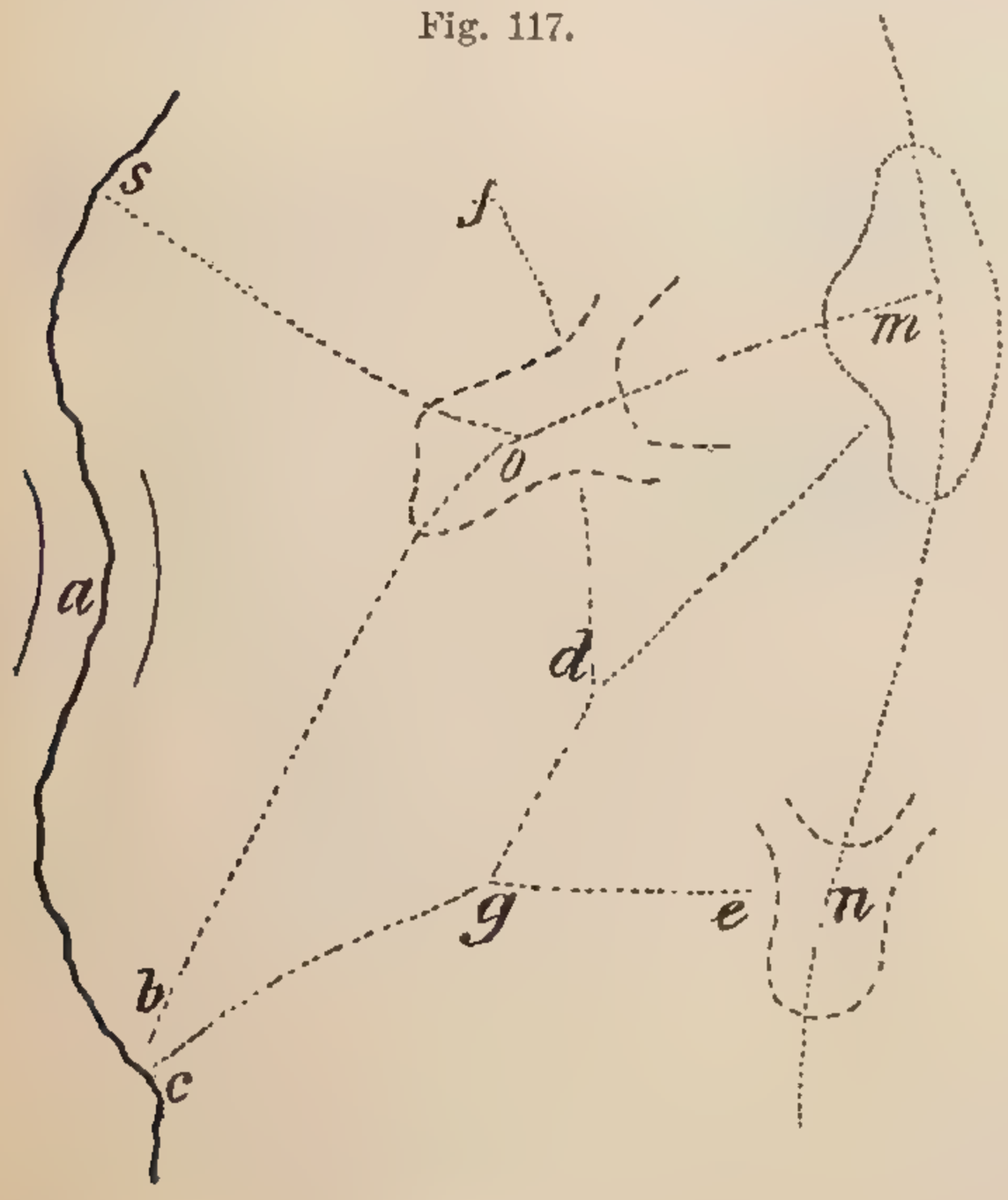
Fig. 116.



$aoc < ab$ richtig
$are < ab$ „
$ard > ab$ falsch

(Fig. 109 und 117) eine solche Terrainform *o*, welche an und für sich auf beiden Seiten nach *d* und *f* Mulden zur Folge hat.

Fig. 117.



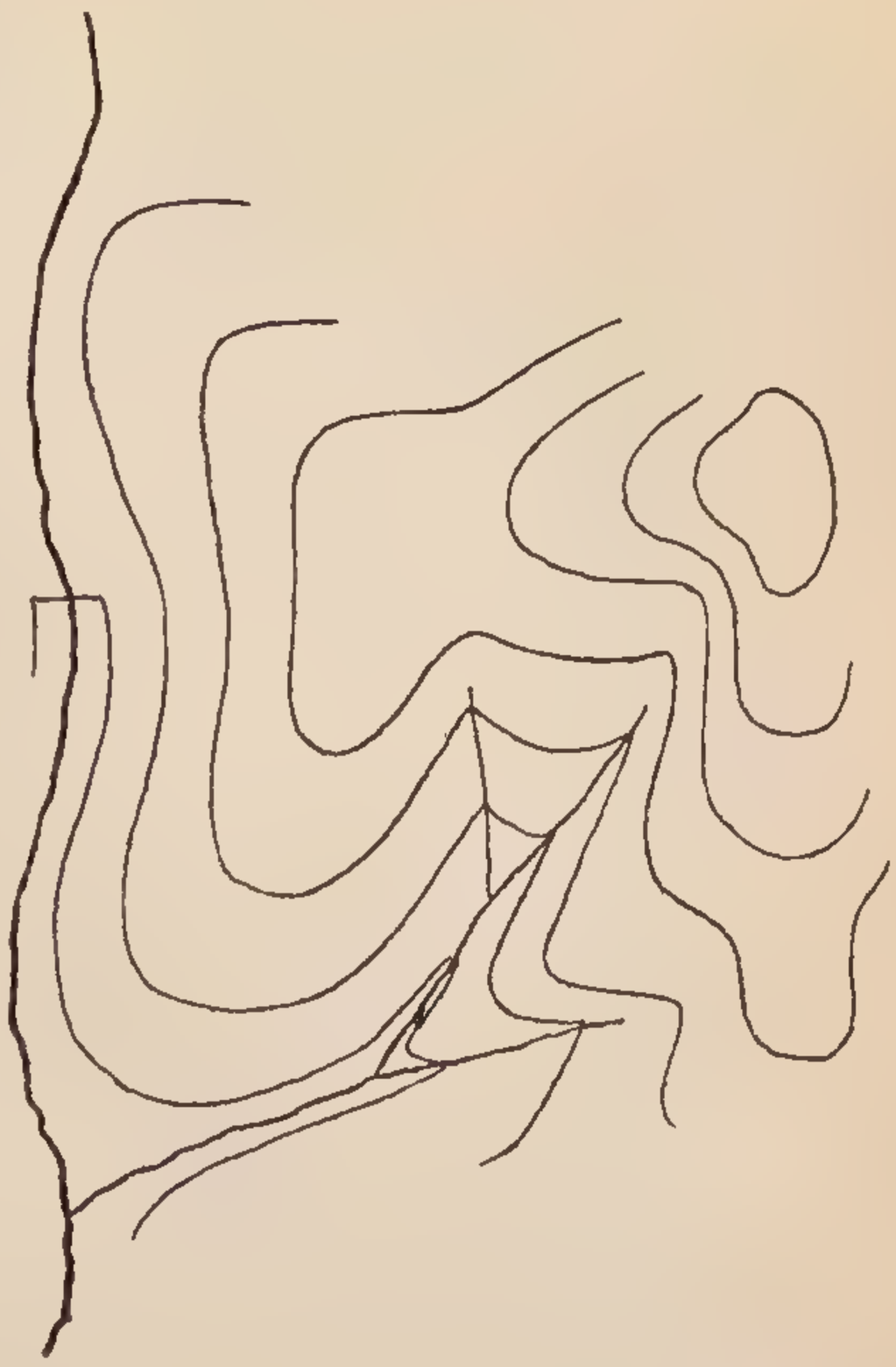
11. Bei Beachtung des Grundsatzes, dass Tiefenlinien die Richtung der Resultierenden einhalten, kann man sich nun die weitere beiläufige Richtung der Rinne von *g* nach *e* (Fig. 117) bezeichnen.
12. Da der Anfang einer Tiefenlinie von einer Mulde gebildet wird, und diese bei Sätteln, Rasten etc. vorkommen, so muss auf der Rückenlinie bei *n* (Fig. 117) eine dieser Formen anzutreffen sein.

13. Von dem Zusammentreffen beider Rückenlinien bei *m* (Fig. 117) muss eine Mulde abzweigen, da eine solche zwischen zwei Rücken immer anzutreffen ist. Dieselbe ist zugleich im Verhältnisse zu den anderen Tiefenlinien die Haupttiefenlinie.

14. Nach Eintheilung dieser Tiefenlinien im Sinne des Punktes 1, kann man sich nun die Form in Horizontalen entwerfen. (Fig. 118.) Man beachte noch, dass Rückentheilungen entweder bei Kuppen oder bei Absätzen vorkommen.

15. Bei Einhaltung der angegebenen Grundsätze kann auf diese Weise die ganze Thallinie sammt den Hängen ideal in Schichten gelegt werden.

Fig. 118.

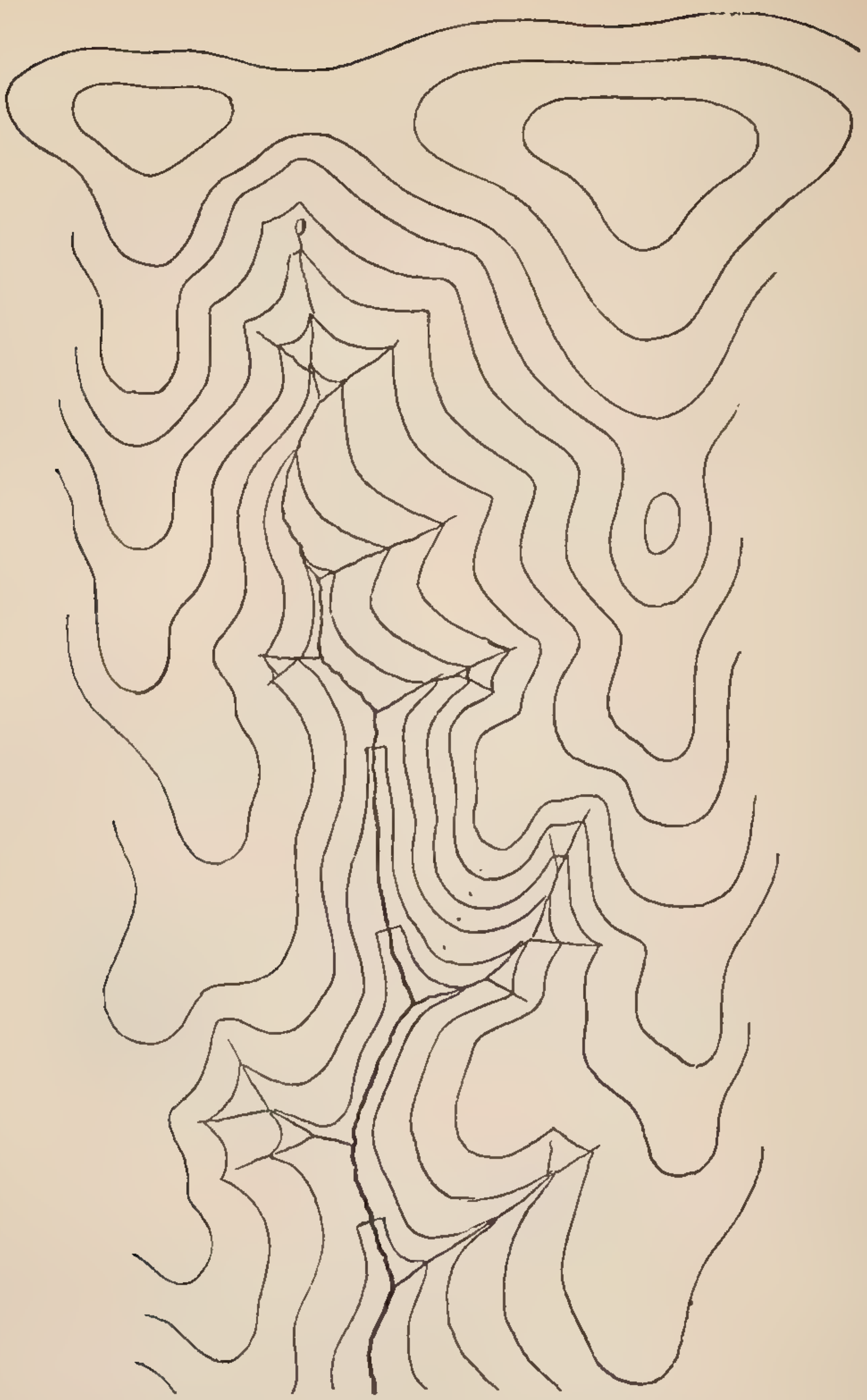


Diese Aufgabe soll keineswegs bezwecken, die Naturformen in Schranken einzuzwängen, sondern die charakteristisch wiederkehrenden Merkmale derselben an der Hand eines Beispieles zu wiederholen, wobei Gelegenheit geboten wird, sowohl den Formensinn, als auch die Fertigkeit in der Darstellung zu erhöhen.

Die Aufgabe kann auch als Vorübung sowohl zum Schichtenlegen als auch zum Vis-à-vis-Zeichnen betrachtet werden; sie wird nur dann ihren Zweck erfüllen, wenn sich der Lernende die Mühe gibt, sie nicht nur durchzulesen, sondern auch durchzuarbeiten.

Fig. 119 zeigt einen idealen Schichtenentwurf eines Thales nach den erwähnten Principien gearbeitet.

Fig. 119.



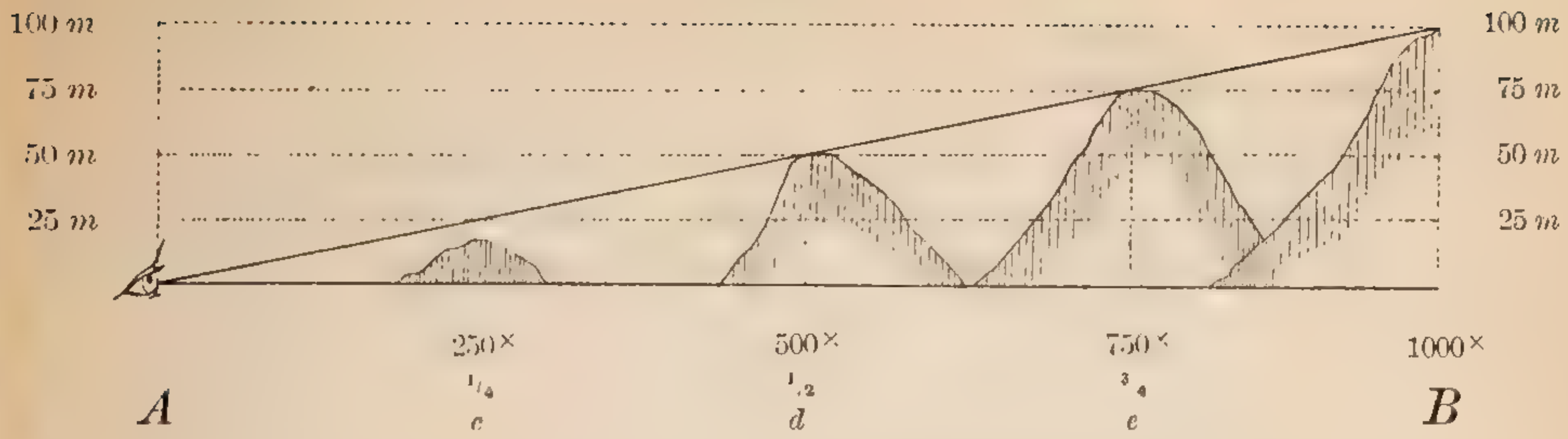
48.

Der Punkt *A* ist 1000′ von *B* entfernt und letzterer 100 *m* höher als *A*.

In der Richtung *A B* befindet sich 500× von *A* entfernt der Punkt *d*, welcher mit Bezug auf *A* 50 *m* relative Höhe hat.

Es ist zu ermitteln, ob man vom Punkte *A* den Punkt *B* sehen wird. (Fig. 120.)

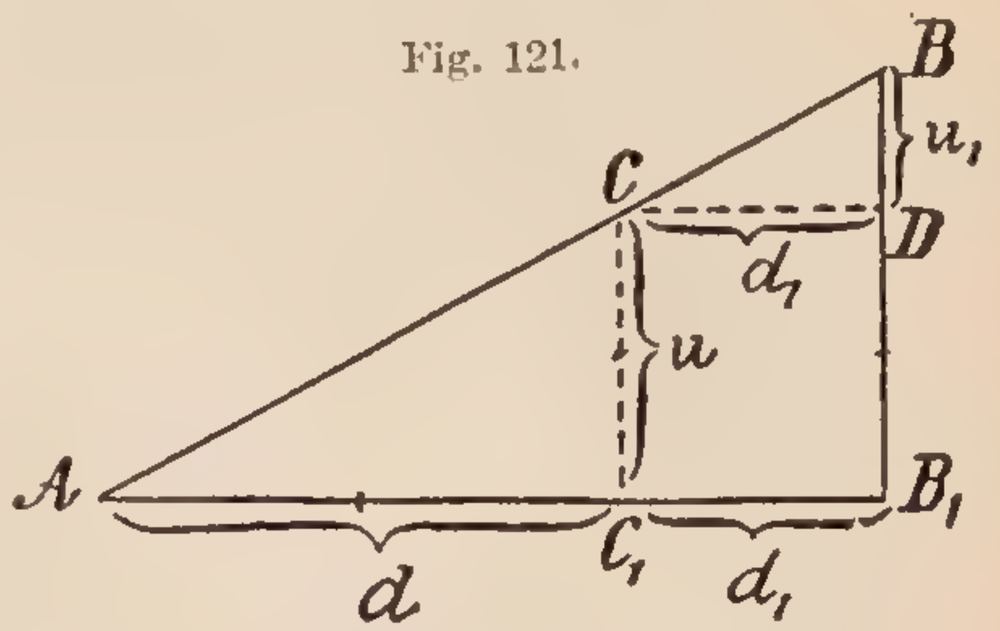
Fig. 120.



$\triangle A C C_1 \sim \triangle C B D$ (Fig. 121), daher $d : u = d_1 : u_1$, und hieraus

$$\frac{d}{d_1} = \frac{u}{u_1}$$

Fig. 121.



Die Grenze der Sichtbarkeit mit Bezug auf einen Zwischenpunkt ist somit erreicht, wenn sich die Distanzen ebenso verhalten wie die relativen Höhen.

Wenn das Verhältnis der relativen Höhen (100 : 50) gleich oder größer ist als jenes der Distanzen (1000 : 500), so wird der Punkt B nicht gesehen.

B kann von A nicht gesehen werden, weil die Punkte d, c (Fig. 120) von der Visierlinie tangiert werden.

Es verhalten sich die Entfernungen $A\,d : A\,B$ wie die Höhen,

$$(\text{somit } 500^{\times} : 1000^{\times} = 50\,m : 100\,m) = (1/2 : 1/2)$$

d kann von A gesehen werden, weil das Verhältnis der Distanzen ($A\,c : A\,d$) größer als jenes der Höhen ist.

$$(250 : 500 = 16\,m : 50\,m) = (1/2 : 1/3).$$

Man beachte immer die Culturen, welche in der Visur liegen.

49.

Es ist zu erheben, ob die zwei in der folgenden Zeichnung eingezeichneten Abtheilungen sich sehen. (Fig. 122.)

Maßstab 1 : 25.000.

Die Abtheilungen in a und b sind gleich hoch (220 m).

Da in der Visierlinie der Punkt x höher liegt (232 m), werden sich die Abtheilungen nicht sehen. (Siehe Aufgabe 48.)

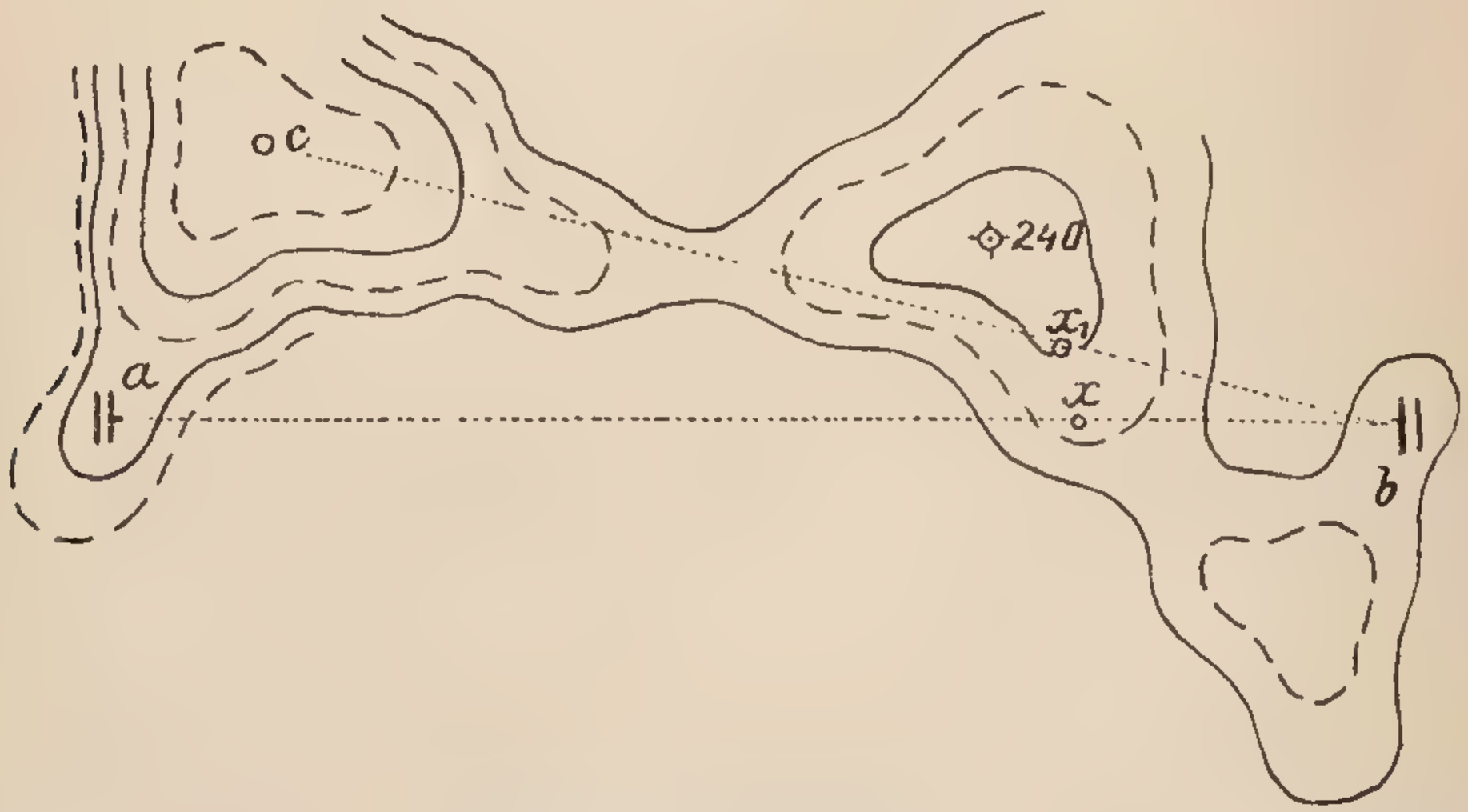
50.

Es ist zu erheben, ob die Abtheilung in *b* den Punkt *c* sieht. (Fig. 122 der Aufgabe 49.)

In der Visur $b\,c$ ist der höchste Zwischenpunkt x_1 (240 m).

Die absolute Höhe von b ist 220 m, jene von c 250 m; es verhalten sich somit die relativen Höhenunterschiede von c und x_1 wie 30 : 20.

Fig. 122.



Der Punkt x_1 liegt von b aus circa im ersten Drittel der Entfernung $b\,c$. Damit also b den Punkt c sehen kann, dürfte x_1 höchstens ein Drittel der relativen Höhe $b\,c$ betragen.

Da x_1 $\frac{30\,m}{3}$. 2 höher als b liegt, wird er die Aussicht verhindern.

Man kann die Aufgabe auch mittelst eines in der Richtung $b\,c$ gelegten Profils lösen.

51.

Gegeben ist der Abstand und die Höhe der Punkte *a* und *b*. (Fig. 123.)

Es ist zu erheben, welche absolute Höhe jene Punkte, welche um *x* gelagert sind, haben müssen, damit man sie von *b* aus noch sieht.

Fig. 123.

Die allgemeine Ableitung beziehungsweise Begründung dieser Aufgabe ergibt sich aus der bei Aufgabe 48 gegebenen Bemerkung, wenn aus der Gleichung

$$\frac{d}{d_1} = \frac{u}{u_1}$$

$u = \left(\frac{d}{d_1}\right) . u_1$ bestimmt wird.

Man dividiert somit die Entfernung von x zum Zwischenpunkte durch jene der gegebenen zwei Punkte und multipliciert sodann den Quotienten mit der relativen Höhe derselben.

Hier wäre:

$$\frac{x\,a}{a\,b} = {}^1/_2$$

$${}^1/_2 . 50 = 25$$

Ist somit der Punkt x um weniger als $25\,m$ tiefer als a, so wird er von b aus noch gesehen werden.

Dies gilt selbstredend nur für jene Fälle, wo der Zwischenpunkt a tiefer als b liegt. Diese Methode ist vorzugsweise beim Kartenlesen anzuwenden, wo es sich darum handelt, rasch darüber im klaren zu sein, welche Punkte, die in der Nähe von x liegen und verschiedene absolute Höhen besitzen, von b aus gesehen werden.

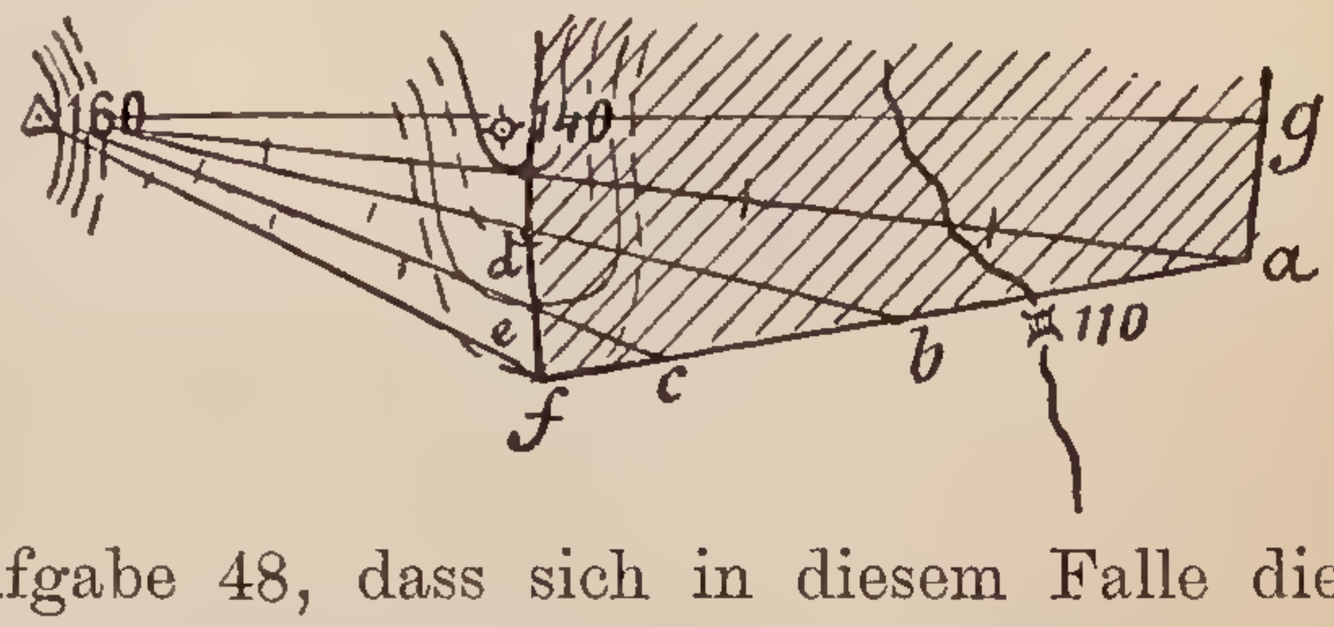
Nach der in der Aufgabe 48 angegebenen Methode müsste man die Untersuchung für jeden Punkt durchführen.

Die Höhe von x und seiner Umgebung lässt sich leicht indirect mit Hilfe der in der Nähe befindlichen Côten abschätzen, beziehungsweise berechnen.

52.

In der Fig. 124 sollen jene Partien, welche man von △160 aus nicht mehr sieht, bezeichnet werden.

Fig. 124.



Vom Punkte △160 aus finden wir, dass der Rücken f ⊹140 die Aussicht beschränkt.

Haben wir nun die absoluten Höhen von $f = 110\,m$, $c = 120$, $d = 130$, so wissen wir aus der Aufgabe 48, dass sich in diesem Falle die Distanzen wie die relativen Höhen verhalten.

Die Punkte a, b, c liegen gerade so hoch wie die Brücke, somit $110\,m$.

Die Visur nach a tangiert die Schichtenlinie 140; es verhalten sich somit die relativen Höhen so wie 30 : 20 oder wie **3 : 2.** Theilt man die Entfernung 140 bis 160 in zwei Theile und überträgt man

einen solchen Theil dreimal in der Richtung nach *a*, so bekommt man die Entfernung des Punktes *a* nach dem erwähnten Verhältnisse.

Desgleichen verfährt man mit einer beliebigen Anzahl von Zwischenpunkten auf der Rückenlinie (*d*, *e*). Die Verbindungslinie der so gefundenen Punkte *a*, *b*, *c*, *f*, *g* ergibt die Sichtbarkeitsgrenze von △160 aus.

Als Probe kann man in der Richtung jeder Sichtlinie Profile construieren.

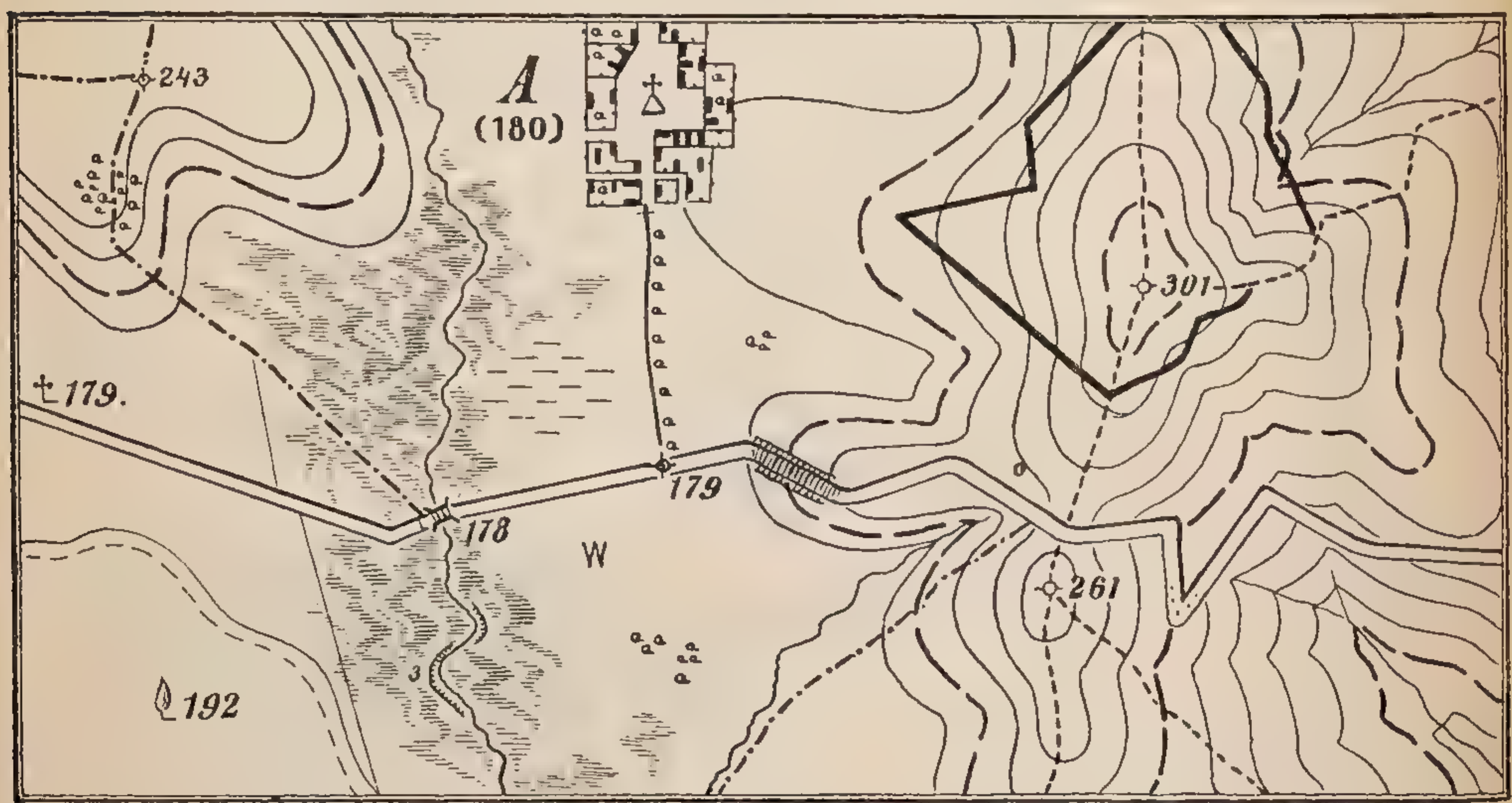
53.

Sie stehen in der Natur auf der Landstraße (Fig. 125) **zwischen dem Kreuze und der hölzernen Brücke 178.**

Wie werden Sie Ihren Standpunkt auf der Karte eruieren?

Jede Karte ist so gezeichnet, dass der obere Rand der Nord-, der untere der Süd-, der rechte der Ost- und der linke der Westrand ist.

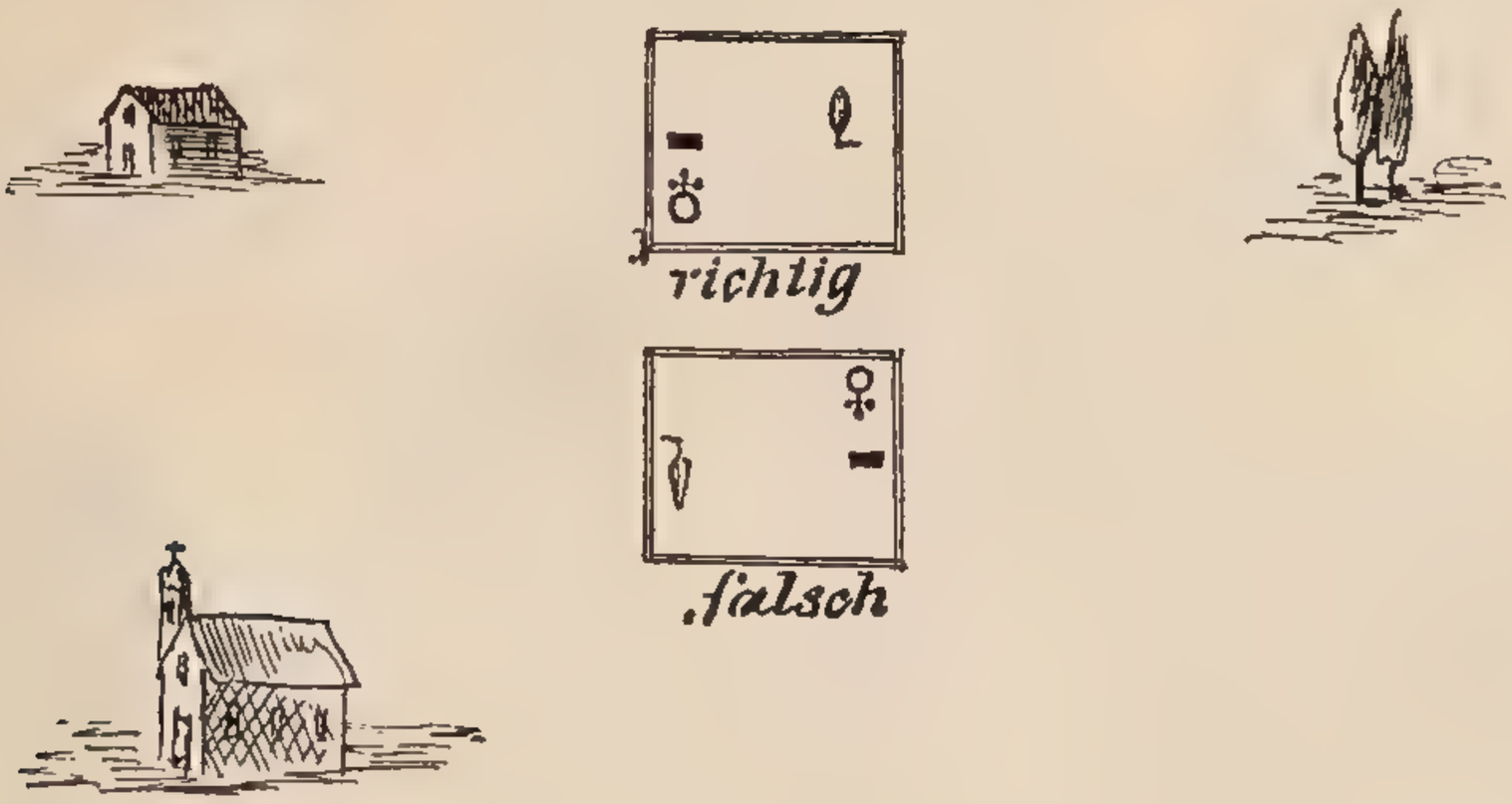
Fig. 125.



Richtet man die Karte so, dass sowohl der Ost- als auch der Westrand in der Nord-Süd-Richtung liegen, dann ist die Karte orientiert. Hat man eine Boussole zur Verfügung, so ist dies dadurch leicht zu bewerkstelligen, dass man die Karte solange dreht, bis der Ost- und Westrand parallel mit der Nadel laufen. Einen Ersatz für die Boussole bildet jede Uhr. Richtet man nämlich den Stundenzeiger gegen die Sonne, so ist die Südrichtung genau in der Mitte

zwischen dem Stundenzeiger und der Ziffer XII. Hat man keine Boussole und keine Uhr, so muss die Orientierung der Karte so bewirkt werden, dass man letztere solange dreht, bis einzelne Punkte, welche in der Natur leicht zu erkennen und auf der Karte ebenso leicht zu finden sind, symmetrisch liegen. (Fig. 126.)

Fig. 126.



Zum Orientieren einer Karte eignet sich der Zug einer Communication sehr gut, besonders wenn derselbe geradlinig, wie es in der vorliegenden Aufgabe bei der Landstraße zwischen Brücke und Kreuz der Fall ist.

Das Orientieren der Karte selbst muss immer jeder weiteren Arbeit vorangehen.

Um nun im vorliegenden Falle seinen Standpunkt auf der Karte zu finden, orientiere man dieselbe nach der Richtung der Landstraße und suche in der Natur und auf der Karte zwei bis drei auffallende Objecte z. B. ⛪, ⌇ 192, ⌖ 301 bewaldete Kuppe. Nun legt man einen Bleistift oder einen Strohhalm über die Signatur in der Richtung der Objecte in der Natur. Dadurch erhält man zwei oder drei Linien, welche sich in einem Punkte schneiden, vorausgesetzt, dass die Orientierung der Karte eine richtige sei. (Fig. 127.) Der Schnittpunkt dieser Linien gibt den eigenen Standpunkt. Siehe Aufgabe 63.

54.

Sie stehen im Walde östlich der Ortschaft *A* Fig. 125.

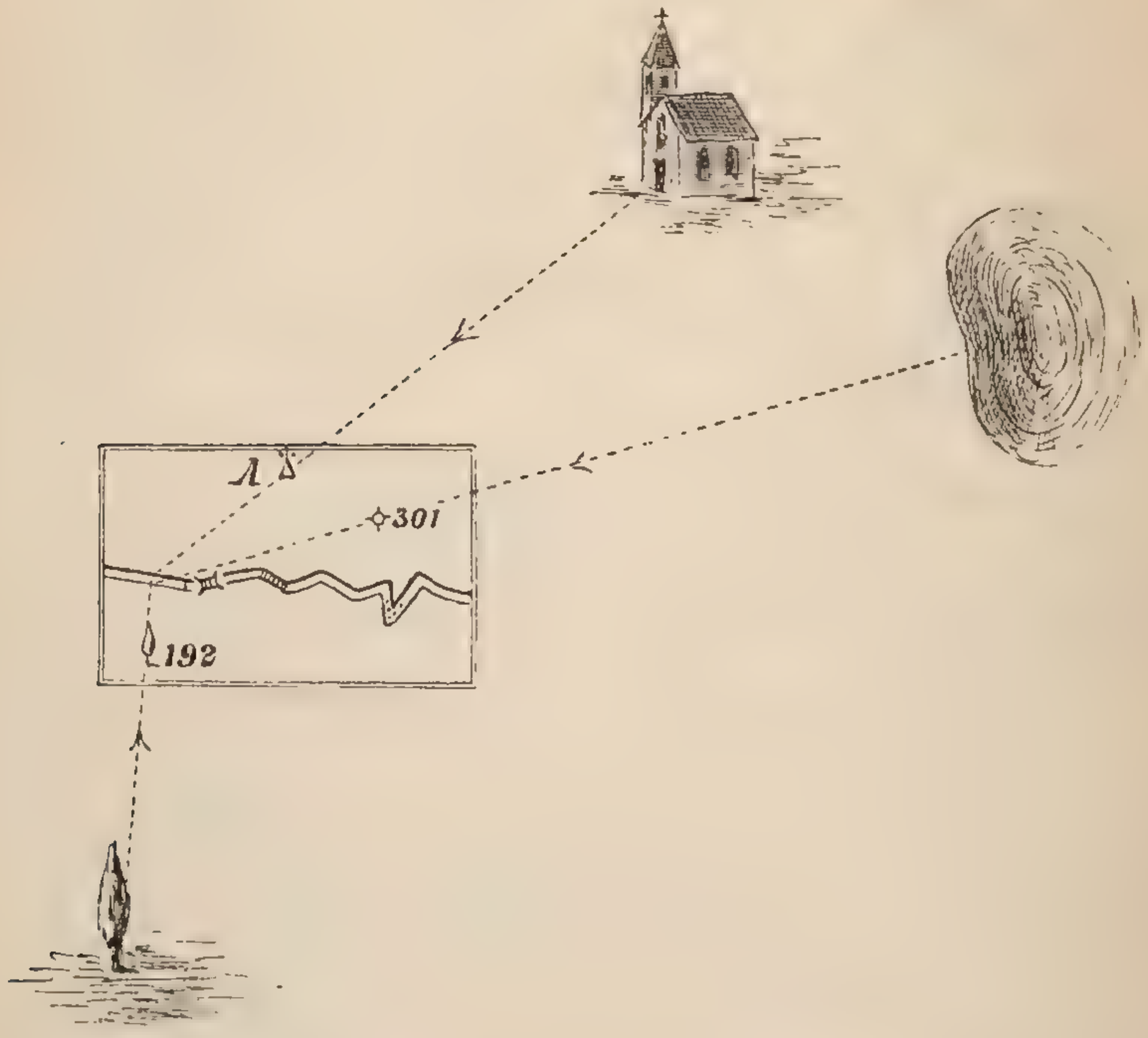
Wie werden Sie Ihren Standpunkt auf der Karte eruieren können?

Man wird zu allererst seine nächste Umgebung betrachten und falls sie charakteristische Objecte oder Terrainformen aufweist, die homologen Objecte und Formen in der Karte aufsuchen.

Diese Art der Orientierung ist im Walde jedoch sehr schwierig und infolge dessen sehr unverlässlich, weil man selten unmittelbar beim Standpunkte so ausgesprochene Merkmale findet, die dem Zwecke der Orientierung entsprechen.

In vielen Fällen findet man solche Merkmale unweit seines Standpunktes, wie dies in der vorliegenden Aufgabe der Fall ist.

Fig. 127.



Zieht man hier die Karte (Fig. 125) zu Rathe, so sieht man, dass von der Wegabzweigung auf der bewaldeten Kuppe 301 bis zur Waldecke in der Richtung 261, 333× Abstand ist.

Man begibt sich nun auf die Kuppe und schreitet die erwähnte Distanz ab, um die völlige Gewissheit zu erlangen, ob man sich wirklich auf der Kuppe 301 befindet. Im Walde darf man diese kleine Mühe nicht scheuen, will man der Gefahr ausweichen, sich gänzlich zu desorientieren. Auf diese Weise wird es in den meisten Fällen möglich sein, einen sicheren Ausgangspunkt für die weitere Bewegung und Orientierung zu erlangen; wäre aber diese Methode unausführbar, so müsste man auf dem bereits zurückgelegten Wege

soweit zurückgehen, bis es möglich wird, sich im Sinne der Aufgabe 4 zu orientieren.

In diesem Falle geht man von dem neugewonnenen Ausgangspunkte an der Hand einer Boussole in der Richtung des ursprünglichen Standpunktes weiter.

Hat man keine Boussole, so muss man umso aufmerksamer sein, dass man von der eingeschlagenen, allgemeinen Richtung nicht abweiche.

Es wird in einem solchen Falle sehr rathsam sein, die Schritte zu zählen und jedesmal, wo man auffallende Objecte oder Terrainformen antrifft, seine Route mit der zurückgelegten Distanz zu controlieren.

Marschiert man mit einer Abtheilung, so kann man das Zählen der Schritte von der Mannschaft bewirken lassen, wobei man zur Controle einen Mann von der Tête, einen aus der Mitte und einen von der Queue dazu bestimmen kann.

Einen Ersatz für das Zählen der Schritte bietet auch die Uhr. Man merkt sich nämlich die Abmarschstunde und bestimmt nach der Karte im vorhinein die Zeit, welche man braucht, um zu einem auffallenden Objecte (Terrainform) zu gelangen.

Trifft man auf der Route um die bestimmte Zeit nicht die Objecte, so ist dies ein Fingerzeig, dass man fehlgegangen ist, in welchem Falle man zurückgehen muss, um sich im Sinne des Vorerwähnten orientieren zu können.

Diese Methode ist besonders bei Nachtmärschen, wo das Lesen der Karte sehr fraglich ist, von großer Wichtigkeit. Weiteres über Zeitbestimmung siehe Aufgabe 55.

55.

Wie lange wird man marschieren, um die Strecke auf der Landstraße (Fig. 125) **vom Kreuze bis zum Ostrande zu hinterlegen?**

Die Berechnung der Marschzeit erfolgt mittelst der Formel:

$$Z = (D \times G)$$

D drückt die Distanz in *km* aus.

G ist die Marschgeschwindigkeit per *km*, welche erfahrungsgemäß für Infanterie $13{\cdot}3^{I}$, für Train 17^{I}, für Artillerie und Cavallerie 10^{I} und für berittene Ordonnanzen $2^{1}/_{2}{}^{I}$ beträgt.[1])

---

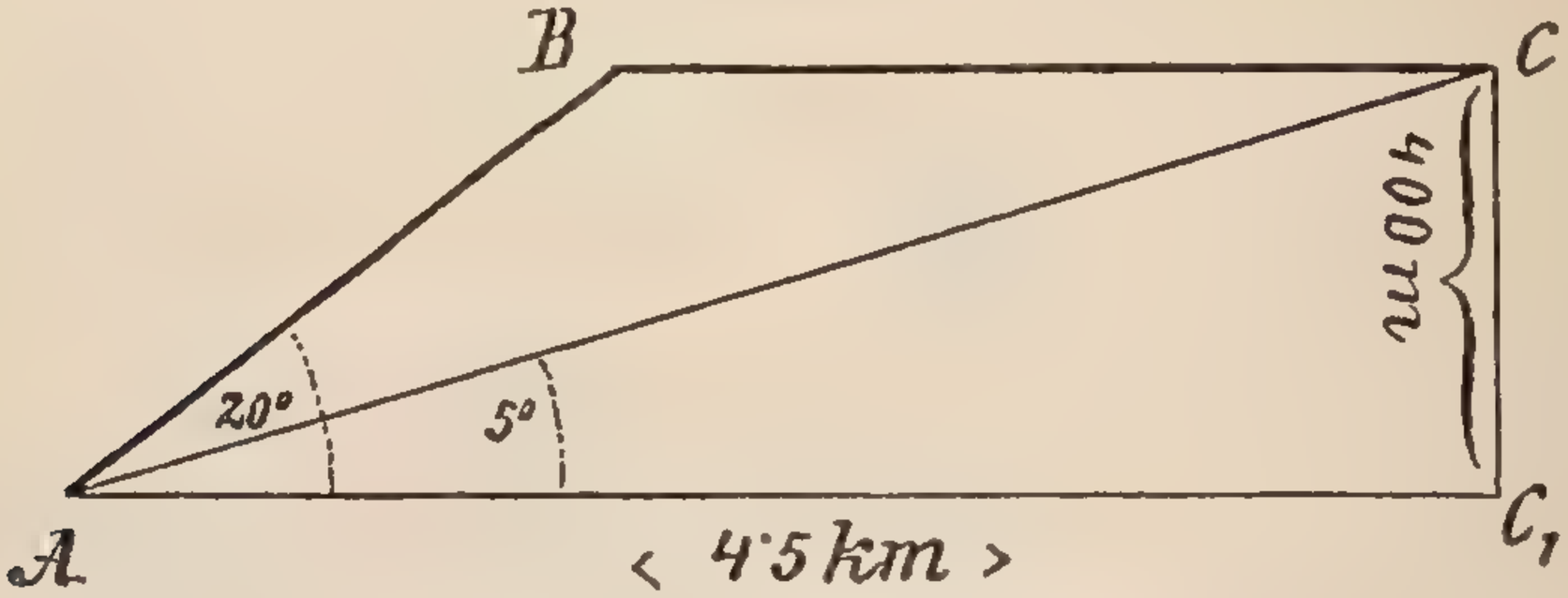
[1]) Anders ausgedrückt legt die Infanterie in 1^{h} $4{\cdot}5\,km$
Cavallerie (Artillerie) 6 „
Train $3{\cdot}5$ „ zurück.

Im vorliegenden Falle beträgt die Distanz vom Kreuze bis zum Ostrande der Skizze rund 3·4 *km*.

Erfahrungsgemäß wächst die Verzögerung der Bewegung bei geneigtem Boden mit der Größe des Böschungswinkels.

Es ist somit beispielsweise nicht gleichgiltig, ob beim Marsche von *A* nach *C* (Fig. 128) bei einer Überhöhung von 400 *m* zuerst

Fig. 128.



eine 20grädige Böschung zu überwinden ist, oder ob constant auf einer 5grädigen Lehne marschiert wird. Im letzteren Falle macht sich die Überhöhung von 400 *m* kaum bemerkbar, daher auch die Verzögerung nur gering sein kann.

Günstige Verhältnisse vorausgesetzt, beträgt die Verzögerung bei einer Böschung von

5°	circa	4ᴵ	und zwar für eine Überhöhung von 100 *m*.
10°	„	7ᴵ	
15°	„	10ᴵ	
20°	„	12ᴵ	
25°	„	14ᴵ	

Im allgemeinen kann man sagen, dass für jeden Grad (1°) der Böschung bei einer Überhöhung von 100 *m* circa $^3/_5$ Minuten Verzögerung berechnet werden können, daher bei einer Böschung von 15° und bei einer Überhöhung von 470 *m* die Verzögerung:

$$15 \,.\, \frac{3}{5} \,.\, 4{\cdot}7 \text{ circa } 45^{\text{I}} \text{ beträgt.}$$

Beim Marsche von *A* über *B* nach *C* (Fig. 128) würde somit die Gesammtmarschzeit betragen:

$$60^{\text{I}} + (12 \,.\, 4)^{\text{I}} = 108^{\text{I}} = 1^{\text{h}}\, 48^{\text{I}}$$

Beim Marsche von *A* nach *C* (auf der 5grädigen Lehne)

$$60^{\text{I}} + (4 \,.\, 4)^{\text{I}} = 76^{\text{I}} = 1^{\text{h}}\, 16^{\text{I}}$$

In dem Beispiele unserer Aufgabe beträgt der Böschungswinkel bis zum Absatze circa 10°, die Höhe 40 *m*, die Verzögerung somit

$= \frac{7 \times 40}{100} = 2{\cdot}8^{I}$; die Strecke des Absatzes wegen der sehr geringen Neigung nicht berücksichtigend, steigt die Landstraße vom Ende desselben bis zum Sattel mit circa $20\,m$ und 5^{0}, die Verzögerung mithin $= \frac{4 \times 20}{100} = 0{\cdot}8^{I}$.

Die Total-Verzögerung beträgt somit circa $3^{1}/_{2}{}^{I}$, welche zur Marschzeit zu addieren wären.

56.

Entwerfen Sie eine ideale Vertheidigungsaufstellung. (1:25.000.)

Um den Entwurf richtig durchzuführen, müssen zuerst jene Momente klar sein, welche für eine Vertheidigungsaufstellung in den Vordergrund treten.

Diese sind:

1. Zwang auf den Gegner, die Aufstellung anzugreifen.
2. Entsprechende Längenausdehnung.
3. Freier Ausschuss vor der Front, sowie freie Uebersicht.
4. Dominierung des Vorfeldes.
5. Genügende Tiefe und Deckungen für die Aufstellung und Bewegung der Reserven.
6. Bewegungsfreiheit innerhalb der Stellung.
7. Stützpunkte in der Front, um zum Flügelangriff zu nöthigen.
8. Hindernisse in der Front und in einer Flanke, so dass nur eine deutlich ausgesprochene Angriffsrichtung bleibt.
9. Die Möglichkeit, eine Hackenform zu bilden.
10. Die Möglichkeit zur überraschenden Einleitung eines Gegenangriffes.
11. Die Möglichkeit eines gedeckten Rückzuges.

Stellungen, welche alle diese Eigenschaften besitzen, werden selbstverständlich in Wirklichkeit sehr selten vorkommen.

Durch diese und die folgenden Aufgaben dieser Gattung wird nur bezweckt, die taktischen Normen in Verbindung mit der Theorie der Terrainlehre und Terraindarstellung zu festigen.

Fig. 129 zeigt ein Beispiel für die Ausführung dieser Aufgabe.

Beim weiteren Studium auf Grund der gegebenen Anhaltspunkte müssen selbstverständlich immer neue Formen und Figuren entstehen.

Ebenso könnte man das dargestellte Terrain mit Bezug auf eine Vertheidigung übungshalber würdigen.

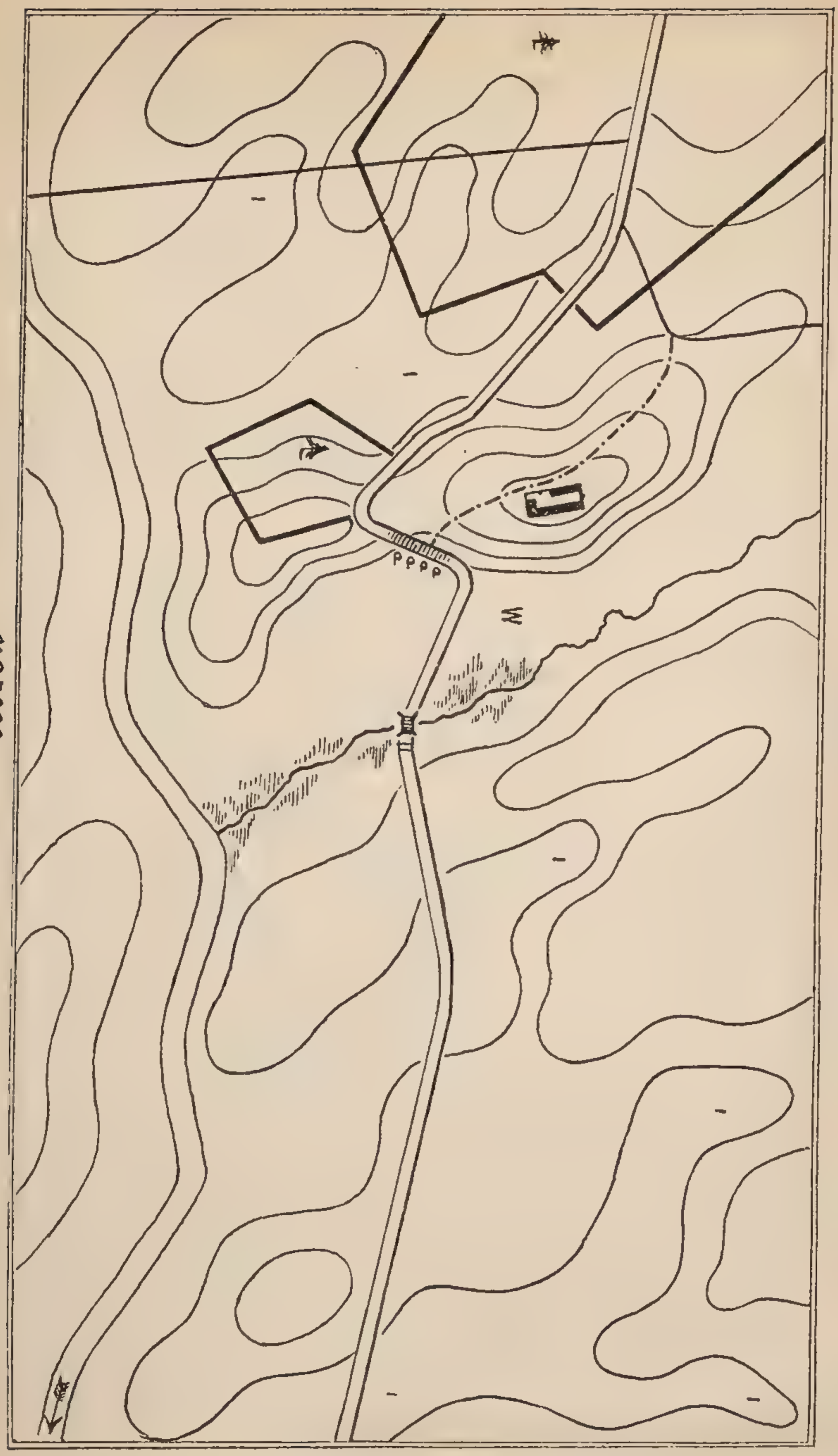


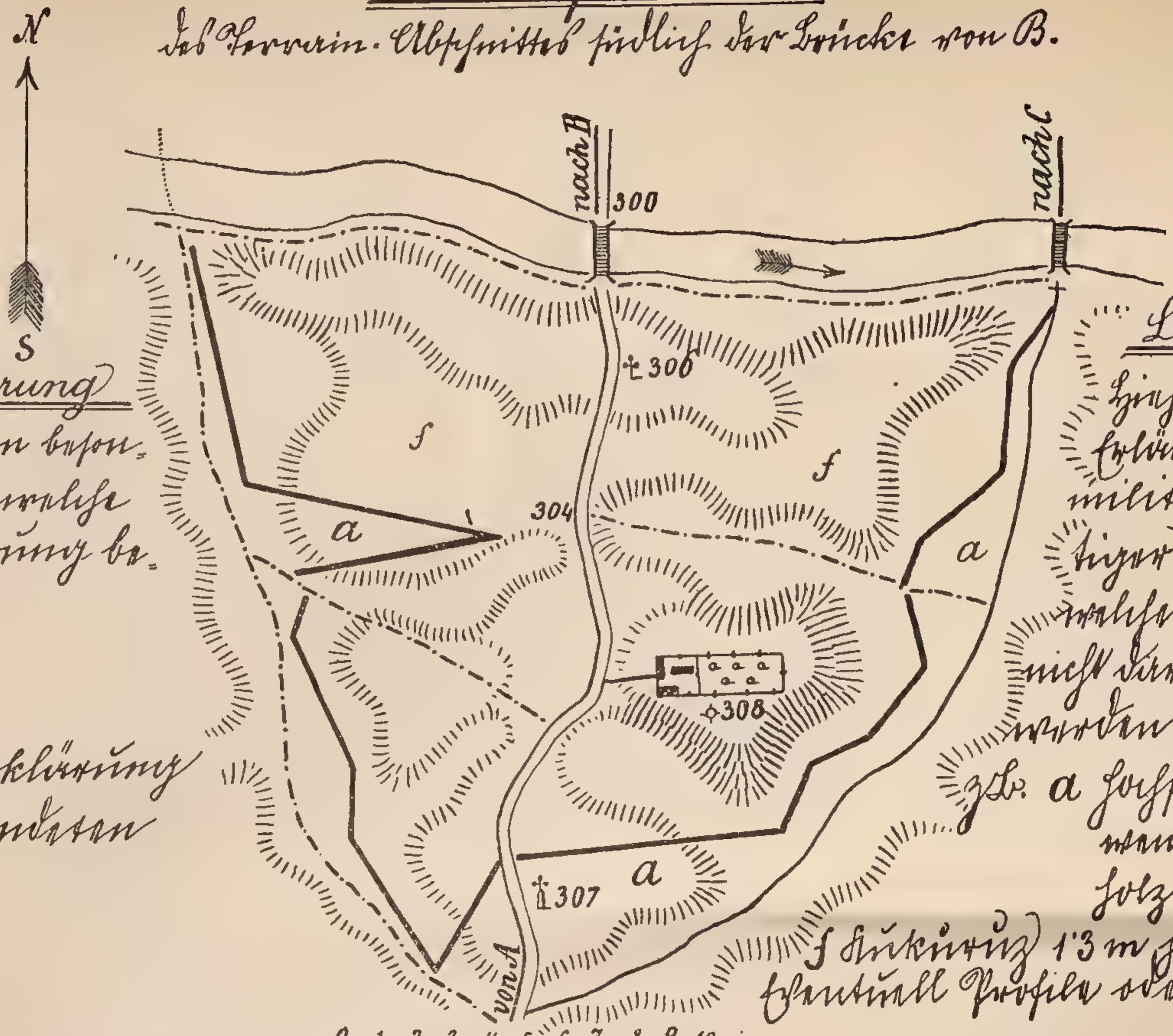
Fig. 129.

Truppenkörper

Charge, Name

Croquis

des Terrain-Abschnittes südlich der Brücke von B.



Zeichen-Erklärung

Hieher gehören besondere Zeichen, welche einer Erklärung bedürfen. z. B.

a Wald

f Feld

eventuell Erklärung der angewendeten Farben.

Legende

Hieher gehören Erläuterungen militärisch wichtiger Momente, welche graphisch nicht dargestellt werden können

z. B. a hochstämmig, wenig Unterholz

f Kukuruz 1·3 m hoch.

Eventuell Profile oder Skizzen

N. am .....

Unterschrift.

57.

Entwerfen Sie ein Croquis eines idealen Angriffsterrains. (1 : 25.000.)

Bei dem Angriffsraum vor einer Vertheidigungsaufstellung sind folgende Momente von besonderer Wichtigkeit:

1. Gute Gangbarkeit und Übersicht des Vorterrains.
2. Die Möglichkeit eines gedeckten Aufmarsches oder wenigstens einer verdeckten Aufstellung der eigenen Truppen (am besten ein welliges Terrain).
3. Die Möglichkeit einer raschen Vorrückung (Mangel an Hindernissen).
4. Die Möglichkeit, den Feind an seiner schwächsten Stelle (Flügel?) überraschend anzugreifen.
5. Stützpunkte in der Front (Anhöhen, Ortschaften, Gehöfte, Waldparcellen).
6. Günstige Aufstellungen für die eigene Artillerie (dominierend bei Bestreichung der Flanken), guter Ausschuss.
7. Die Möglichkeit, die feindliche Rückzugslinie zu gefährden.
8. Anlehnung der eigenen Flanken bei einer Umgehung.
9. Rückwärts eine Aufnahmsstellung für den Fall des abgewiesenen Angriffes.

Fig. 130 gibt ein Beispiel für die Ausführung dieser Aufgabe.

Terraindarstellungen für bestimmte militärische Zwecke, welche flüchtig, ohne besondere Genauigkeit und ohne Instrumente entworfen werden, nennt man Skizzen.

Werden einzelne Theile mit Rücksicht auf den Zweck genauer, eventuell mit Instrumenten ausgeführt, so entsteht ein Croquis.

Anwendung.

Skizzen und Croquis werden als Erläuterung von Situationen bei kriegsgeschichtlichen Beispielen, bei taktischen Aufgaben, als Beilage zu den Meldungen von Patrouillen, zu Recognoscierungsberichten, besonders bei jenen von Vertheidigungsstellungen, von Vorpostenaufstellungen, Cantonierungen, Marschlinien etc. angewendet.

Maßstab.

Der taktische Zweck, zu welchem das Croquis dienen soll, entscheidet über den zu wählenden Maßstab.

Zumeist wählt man das Verhältnis eines Centimeters zu Schritten in der Natur, z. B. $1\,cm = 100^{\times}$.

Grundsatz.

Bei jedem Croquis ist (die Richtigkeit vorausgesetzt) die Deutlichkeit als Hauptsache zu betrachten. Es muss jedermann imstande sein, sich rasch über die Hauptmomente zu orientieren. Es werden somit je nach dem taktischen

Zwecke immer andere Merkmale hervorzuheben sein; so würde z. B. bei Cantonierungen das Terrain eine Nebenrolle spielen, was hingegen nicht der Fall ist, wenn eine Ortschaft zur Vertheidigung hergerichtet werden soll.

Bestandtheile.

Jedes Croquis besteht aus einem graphischen Theile, aus einer Zeichenerklärung und aus einer Legende; überdies können demselben Profile oder landschaftliche Skizzen beigelegt werden.

Der graphische Theil

bildet den wesentlichsten Theil des Croquis. Da die Übersicht durch graphische Darstellungen wesentlich gefördert wird, soll man soviel als möglich graphisch darstellen. Es werden somit auch Profile, selbst landschaftliche Skizzen, immer von Vortheil sein, da man sich damit viele Worte in dem beschreibenden Theile erspart.

Die Zeichenerklärung.

Siehe Beschreibung in Fig. 130.

Zur Bezeichnung von Truppen bedient man sich nebst der conventionellen Bezeichnungen noch der Zahlen, und zwar:

Compagnien mit arabischen Ziffern im Zähler;
Bataillone „ römischen „ „ „
Regimenter „ arabischen „ „ Nenner, oder mit *J. R.* und stehenden arabischen Ziffern, z. B.:

$\frac{5}{3}$ = fünfte Compagnie des Infanterie-Regiments Nr. 3.

$\frac{II}{3}$ = zweites Bataillon „ „ „ „ 3.

J. R. 3 = Infanterie-Regiment Nr. 3.

Feld-Jäger-Bataillone mit *J. B.* und arabischen Ziffern, z. B.:

$\frac{3}{J.\,B.\,3}$ = dritte Compagnie des Feld-Jäger-Bataillons Nr. 3.

J. B. 3 = Feld-Jäger-Bataillon Nr. 3.

Husaren mit *H* und einer arabischen Zahl.
Uhlanen „ *U* „ „ „ „
Dragoner „ *D* „ „ „ „

Corps-Artillerie-Regimenter mit 5

Divisions- „ „ „ 5

Ihre Unterabtheilungen in demselben Sinne wie bei der Infanterie, z. B.:

$\frac{1}{r}$ *B. D.* 1 = erste Batterie der reitenden Batterie-Division Nr. 1.

$\frac{1}{C.\,A.\,5}$ = erste Batterie des Corps-Artillerie-Regiments Nr. 5.

Pionnier-Bataillone mit *P* und einer arabischen Zahl.

Hilfsplatz in der Marschcolonne mit *H*

„ im Gefechte mit *H*

Verbandplatz mit *V*

Infanterie-Divisions-Sanitäts-Anstalt mit *1*

Die Legende

enthält alles militärisch Wichtige mit Rücksicht auf den taktischen Zweck mit kurzen Schlagworten gegeben. Als Grundsatz gelte, das alles, was graphisch dargestellt werden kann, nicht beschrieben wird.

Insofern die Legende auf der vorderen Blattseite keinen Platz findet, wird die Rückseite des Papieres benützt.

Beispiel: *a*) Brigade-Commando,
Infanterie-Divisions-Sanitäts-Anstalt,
Marodezimmer,
alle im selben Hause untergebracht;
b) Alarmplatz;
c) Depot für Naturalien (Fassungen können täglich um 3^h NM. bewirkt werden);
d) Feuerlösch-Depot (vorhanden 5 große Feuerspritzen und 800 *m* Schläuche).

Sonstige Beschreibung.

Jedes Croquis soll mit einem Pfeilstrich in der Nordrichtung versehen sein.

Die Hauptverbindungswege sollen erkennen lassen, von wo sie kommen und wohin sie führen. (Fig. 130.)

In der Westhälfte beschreibt man die Wege mit von ....., in der Osthälfte mit nach .....

Die Schrift soll in der Darstellung womöglich nach Norden gerichtet und so angeordnet sein, dass sie die Deutlichkeit nicht beeinträchtige.

Datum, Unterschrift und Maßstab sowie der Kopf sind immer, wie in Fig. 130 angedeutet, anzubringen.

Arbeitszeit.

Ein Croquis soll in der zur Verfügung stehenden Zeit fertiggestellt werden; ein unvollendetes, noch so schön gearbeitetes Croquis hat gar keinen Wert. Man fange somit immer mit der Hauptsache an und bringe erst nach und nach die Details hinein. Diese Arbeitseintheilung ist wichtig und erfordert einige Übung.

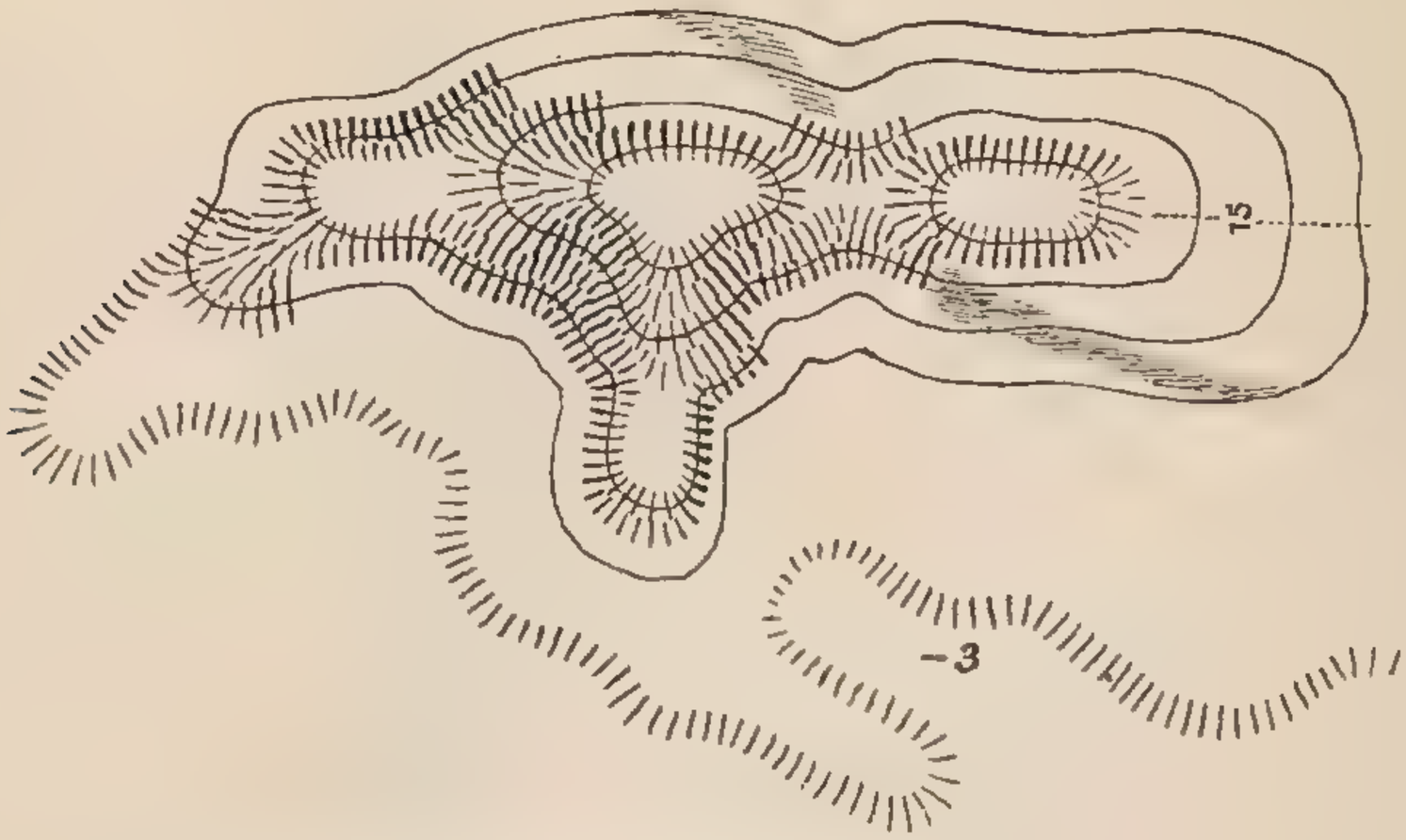
Anwendung von Farbenstiften.

Dieselbe ist sehr zu empfehlen, da die Deutlichkeit dadurch viel gewinnt. Die Bedeutung der Farbenstifte ist in der Zeichenerklärung anzumerken.

Darstellung des Terrains.

Die Ausführung erfolgt zumeist in Blei, die Terrainformen werden bei großen Partien mit Hilfe von geschätzten Horizontalen dargestellt. (Siehe Aufgabe 68.) Wenn die Zeit es erlaubt, können einzelne oder alle Formen geschummert werden (Fig. 137), wichtige Punkte: als Rückenlinie, Fuß und sonstige Details soll man, wenn die Zeit vorhanden, schraffieren. (Siehe Fig. 131.) Man beachte die Bedeutung der relativen Côten.

Fig. 131.



Höhenmessungen.

Man wird nur jene Punkte bezüglich ihrer Höhe messen, welche ihrer Überhöhung wegen von militärischer Wichtigkeit sind.

Der Winkel wird entweder mit dem am Detaillierbrette befindlichen Quadranten (zum Messen der Böschungswinkel) gemessen (siehe Aufgabe 64), oder es wird ein solcher construiert und mit einem Bleiloth versehen.

Die Höhe kann für die Zwecke eines Croquis nach der Formel $h = \frac{a}{57} . \alpha$ respective $\frac{a}{50} . \alpha$ hinlänglich genau berechnet werden.

Ortschaften.

Werden bloß in ihrer Configuration gegeben, taktisch wichtige Momente müssen hervorspringen, Häuserinseln werden schraffiert. (Fig. 132.)

Fig. 132.

Bestimmung der Lage der Objecte.

Der taktische Zweck des Croquis wird maßgebend sein, mit welchem Grade der Genauigkeit die Lage der Punkte bestimmt wird; auich wird es davon abhängen, ob die Anfertigung des Croquis mit oder ohne Instrumente erfolgen soll.

Im Felde wird dies zumeist ohne Instrumente erfolgen; es bleibt daher nur übrig, die Distanzen bis zu den Objecten zu schätzen, was so genau als möglich erfolgen soll.

Eine Controle der geschätzten Distanzen hat man insofern, dass man die gegenseitige Lage der Objecte in der Natur mit derjenigen auf der Zeichnung nach erfolgter Schätzung vergleicht.

Selbstredend werden Hilfsmittel wie Karten, Distanzmesser, Abschreiten etc. womöglich zur Anwendung gelangen.

Croquieren von einem Standpunkte.

Diese Croquis umfassen sehr kleine Terrainabschnitte und werden im Felde am häufigsten zur Anwendung kommen, wenn nur wenig Zeit zur Verfügung steht. (Patrouillen, Feldwachen etc.)

Die Ausführung erfolgt auf folgende Weise:

Die Länge zwischen den Theilstrichen 24 und 28 am Aufsatze des Repetiergewehres beträgt genau 1 *cm*. Dasselbe ist beim Säbelgriffe zwischen je zwei Drähten der Fischbeinhaut der Fall.

Dieselbe wird auf ein Blatt Papier übertragen und hierauf der Maßstab construiert.

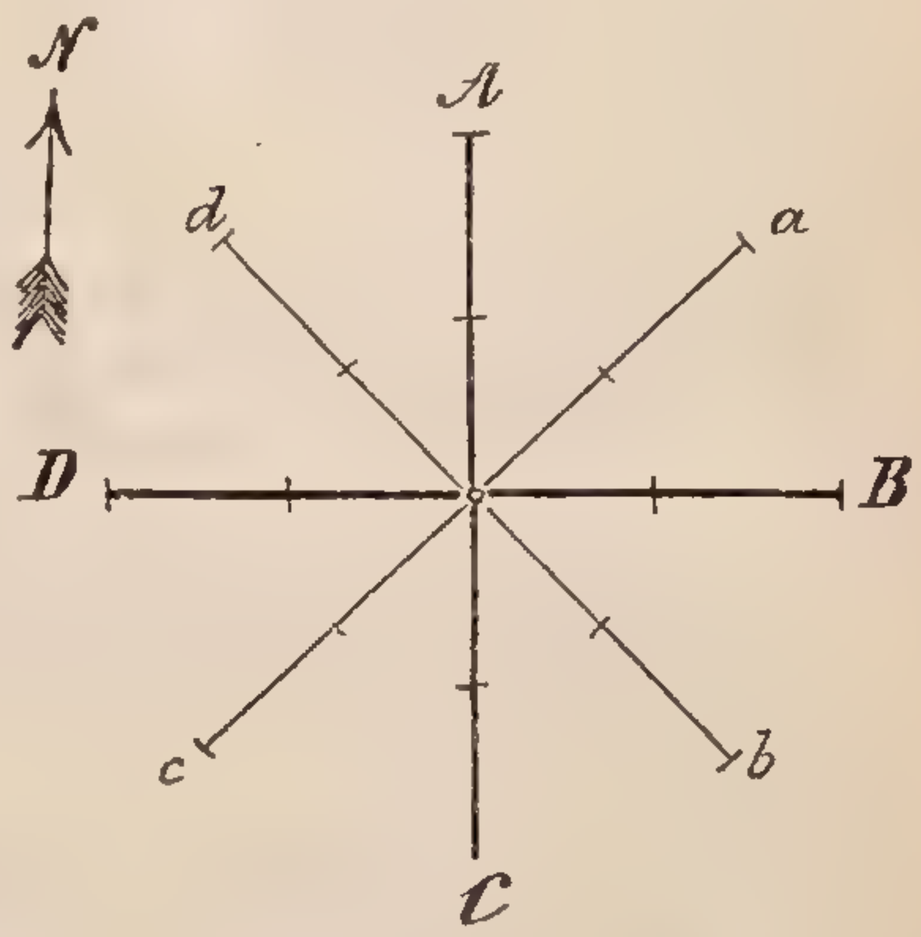
Man kann sich die Construction des Maßstabes ersparen, wenn man sich mit dem im Handel vorkommenden quadrierten Papier versieht.

Man faltet sodann das Papier dreimal um den Mittelpunkt und erhält dadurch beim Entfalten acht Rayone, die vom Centrum strahlenförmig unter je 45^0 ausgehen.

Man bezeichnet sich hierauf die Nordrichtung am Papier; die Orientierung kann mit Hilfe einer Boussole oder einer Uhr erfolgen. (Siehe Aufgabe 53.)

Auf den acht Rayonen werden nun nach dem Maßstabe Distanzen von $100^{\times}$, eventuell $500^{\times}$ oder $1000^{\times}$ aufgetragen und mit Querstrichen markiert. (Fig. 133.)

Fig. 133.



Nun wird bei orientiertem Papier die Distanz bis zu den Objecten, welche in der Richtung des mittleren Rayons *A* liegen, geschätzt und übertragen.

Desgleichen verfährt man in der Richtung nach *B*, *C* und *D* und zum Schlusse in den übrigen Richtungen, wobei man immer auf die gegenseitige Lage der Objecte in der Natur Rücksicht zu nehmen hat.

Auf diese Weise werden die bereits geschätzten Punkte immer wieder berichtigt werden und als Anhaltspunkte für das Eintragen der übrigen Details und Terrainformen dienen, was auf Grund der erlangten Basis ziemlich rasch vorsichgeht.

Steht genügende Zeit zur Verfügung, so kann die Arbeit, ähnlich dem Vorwärts-Abschneiden (Aufgabe 61), von einem zweiten Punkte aus controliert, eventuell wichtige Partien detailliert werden.

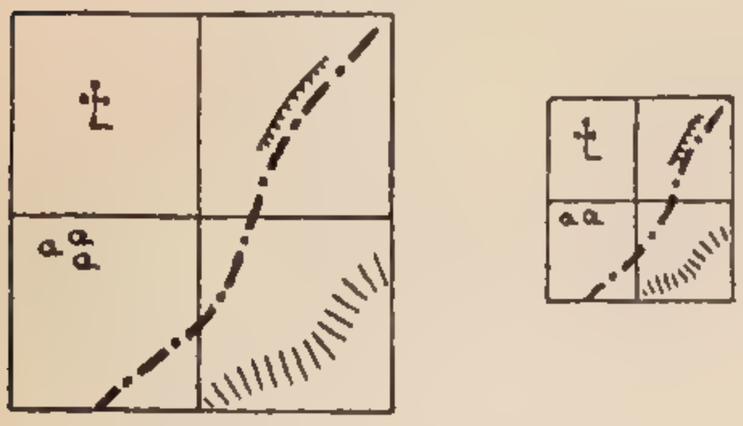
Das Croquieren während des Marsches, sei es zu Fuß, zu Pferd oder zu zu Wagen, wird hier als minder zweckmäßig nicht behandelt.

Oft wird man jedoch in die Lage kommen, vorhandene Karten auszunützen, zu welchem Zwecke sie vergrößert werden müssen.

Das Vergrößern kann entweder mittelst eines Pantographen oder nach der Qua drier-, eventuell Radialmethode erfolgen.

Die Besprechung des Pantographierens geht über den Rahmen dieses Büchleins hinaus.

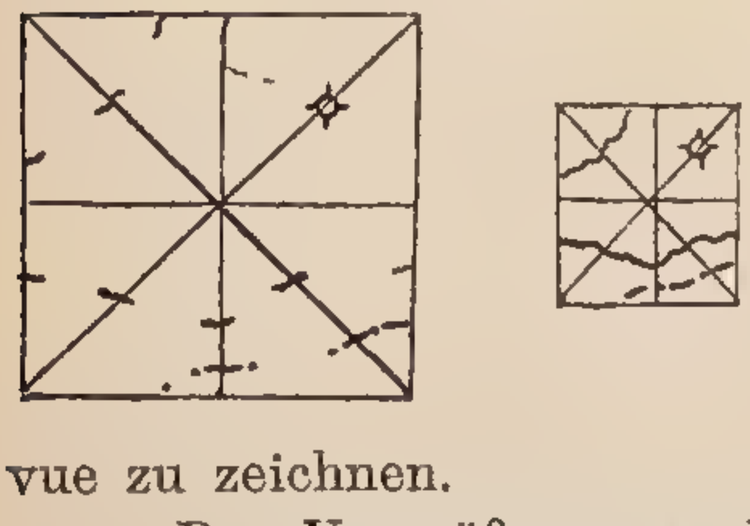
Fig. 134.



Nach der Quadriermethode wird eine Karte vergrößert, indem man auf eine Glasplatte (Strohpapier, Kartenschutz) oder auf der Karte selbst ein Netz von Quadraten von bestimmter Seitenlänge construiert. Dieses Netz wird in der gewünschten Vergrößerung auf ein Papier übertragen und das Gerippe nach dem Augenmaße im gleichen Verhältnisse wie in der Karte gezeichnet. (Fig. 134.)

Die Radialmethode besteht darin, dass man vom Mittelpunkte der zu vergrößernden Partie nach verschiedenen Richtungen Linien zieht, welche unter denselben Winkeln auch auf das Zeichenpapier gezeichnet werden.

Fig. 135.



Man nimmt nun die Distanz vom Mittelpunkte bis zu einem Objecte auf der Karte ab und trägt sie in der entsprechenden Richtung xmal auf. (Fig. 135.)

So verfährt man, solange man genügende Anhaltspunkte gewonnen hat, um alles andere à la vue zu zeichnen.

Das Vergrößern von Karten kann oft mit Nutzen Anwendung finden, besonders wenn die Maßstäbe der Croquis als ein Vielfaches des Maßstabes einer Karte gewählt werden.

58.

Entwerfen Sie die Skizze einer günstigen Fluss-Übergangsstelle. 1 : 25.000.

Günstige Fluss-Übergangsstellen müssen gegen den Feind zu concav gekrümmt sein. Dies ermöglicht, das jenseitige Ufer unter Kreuzfeuer zu nehmen.

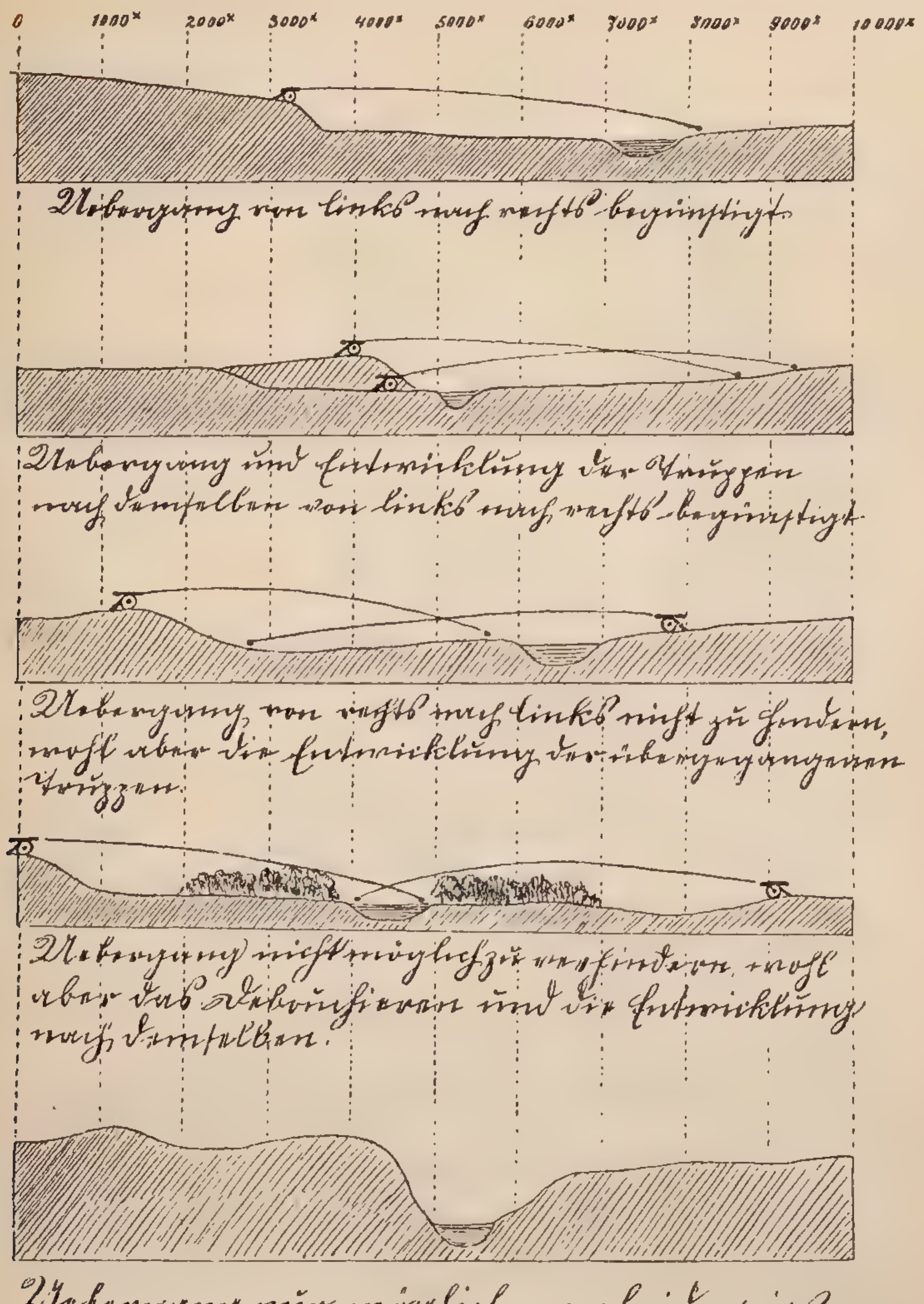
Folgende Momente sind von besonderer militärischer Wichtigkeit: (Hiezu als Beispiel Fig. 137.)

1. Beherrschung des jenseitigen Ufers als: Dominierende Artillerie-Stellungen; Bodenbedeckung und Thalbegleitungen, insoweit sie die Feuerwirkung beeinträchtigen.

   Bezüglich des Einflusses der Thalbegleitungen auf den Übergang siehe die Profile in Fig. 136.

2. Anmarsch zum Flusse als: Communicationen zum Flusse und parallel mit demselben; Bodenbedeckung, eventuell Terrainformen oder Objecte, welche den Anmarsch decken.

Fig. 136.



3. Festsetzen am jenseitigen Ufer als: Ortschaften, Bodenformen etc., welche leicht zu vertheidigen sind.

4. Weitermarsch vom Flusse als: Straßen und Wege, eventuell leichte Gangbarkeit des Terrains bezüglich der raschen Entwicklung der Truppen; feindliche Stellungen, von welchen aus das Debouchieren gehindert werden könnte. (Fig. 136.)
5. Inseln in der Mitte; geringe Breite des Flusses, Flusskrümmungen.

Fig. 137.

1 : 25.000

Die sonstige Ausfertigung der Skizze (Kopf, Datum etc.) ist dieselbe wie beim Croquis. (Aufgabe 57.)

In der Legende wären folgende militärisch wichtige Momente hervorzuheben:

1. Beschaffenheit der Ufer; Grund des Flusses mit Rücksicht auf die Verankerung.
2. Tiefe und Geschwindigkeit des Wassers.
3. Materialbezugsorte (Wälder, Sägemühlen in der Nähe).
4. Arbeitskräfte (Professionisten, Werkzeugsvorräthe, Fuhrwerke, welche requiriert werden können).

59.

Gegeben sind zwei Punkte in der Natur.

Es sollen dieselben in verjüngtem Maße 1 : 25.000 auf das Papier gebracht werden.

Nach der angegebenen Verjüngung muss die Zeichnung 25.000mal kleiner erscheinen als die Natur.

Damit man also der Aufgabe entsprechen kann, muss die Strecke AB in der Natur gemessen werden.

Je nach dem Zwecke der Arbeit und dem Genauigkeitsgrade, welchen man erreichen soll, kann die Messung entweder mit besonderen Instrumenten oder mit Messketten (Messbänder, Messlatten), schließlich auch mit Schrittmaß erfolgen.

Bei Basismessungen (siehe Aufgabe 42) wird eine Gerade von 3000—5000 m Länge mit metallenen Messstangen gemessen, wobei der Ausdehnungscoefficient, die Horizontalstellung und die geradlinige Einstellung berücksichtigt werden; außerdem wird die Strecke mehrmals gemessen und das Mittel aus den Resultaten gezogen, so dass bei dieser Art der Messung ziemlich der höchste Grad von Genauigkeit erreicht werden kann.[1])

Sollen kürzere Strecken mit ziemlicher Genauigkeit gemessen werden, was bei ökonomischen Aufnahmen, in speciellen Fällen auch bei der Militär-Landesaufnahme der Fall ist, so geschieht dies mit Hilfe der Messkette oder des Messbandes.

Die Messketten, deren ganze Länge gewöhnlich 20 m beträgt, sind aus Gliedern und Ringen zusammengesetzt.

Auf regelmäßige Abstände von je 10 m, 2 dm etc. sind die Ringe zur Unterscheidung anders geformt.

Die Messbänder sind in einem Gehäuse aufgerollt und haben eine Meter- und Centimeter-Eintheilung. Ihre Länge beträgt ebenfalls gewöhnlich 20 m

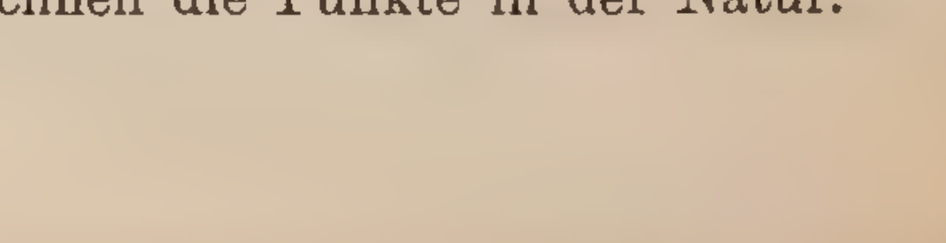
Die Messlatten sind bis zu 5 m lang und mit Untereintheilungen versehen.

Außerdem hat man noch zum Messen von Linien Messzirkel, Messschnüre, Messräder und Distanzmesser.

Das Schrittmaß wird bei solchen Arbeiten angewendet, welche keine besondere Genauigkeit erfordern, wie beim Croquieren und beim Detaillieren. Ein Schritt hat die Länge von 75 cm.

Hätte man in der vorliegenden Aufgabe AB[2]) gemessen und die geradlinige Entfernung mit 1000 m gefunden, so ergibt sich aus der Verhältniszahl 1 : 25.000 die auf das Papier reducierte Länge mit 4 cm, nachdem 1 cm = 25.000 cm = 250 m ist. (Siehe Fig. 138.)

Fig. 138.



60.

Gegeben ist die Gerade AB[2]) der vorigen Aufgabe.

Es ist der Winkel zu bestimmen, welcher von dieser Geraden und von der Richtung zu einem dritten Punkte C gebildet wird.

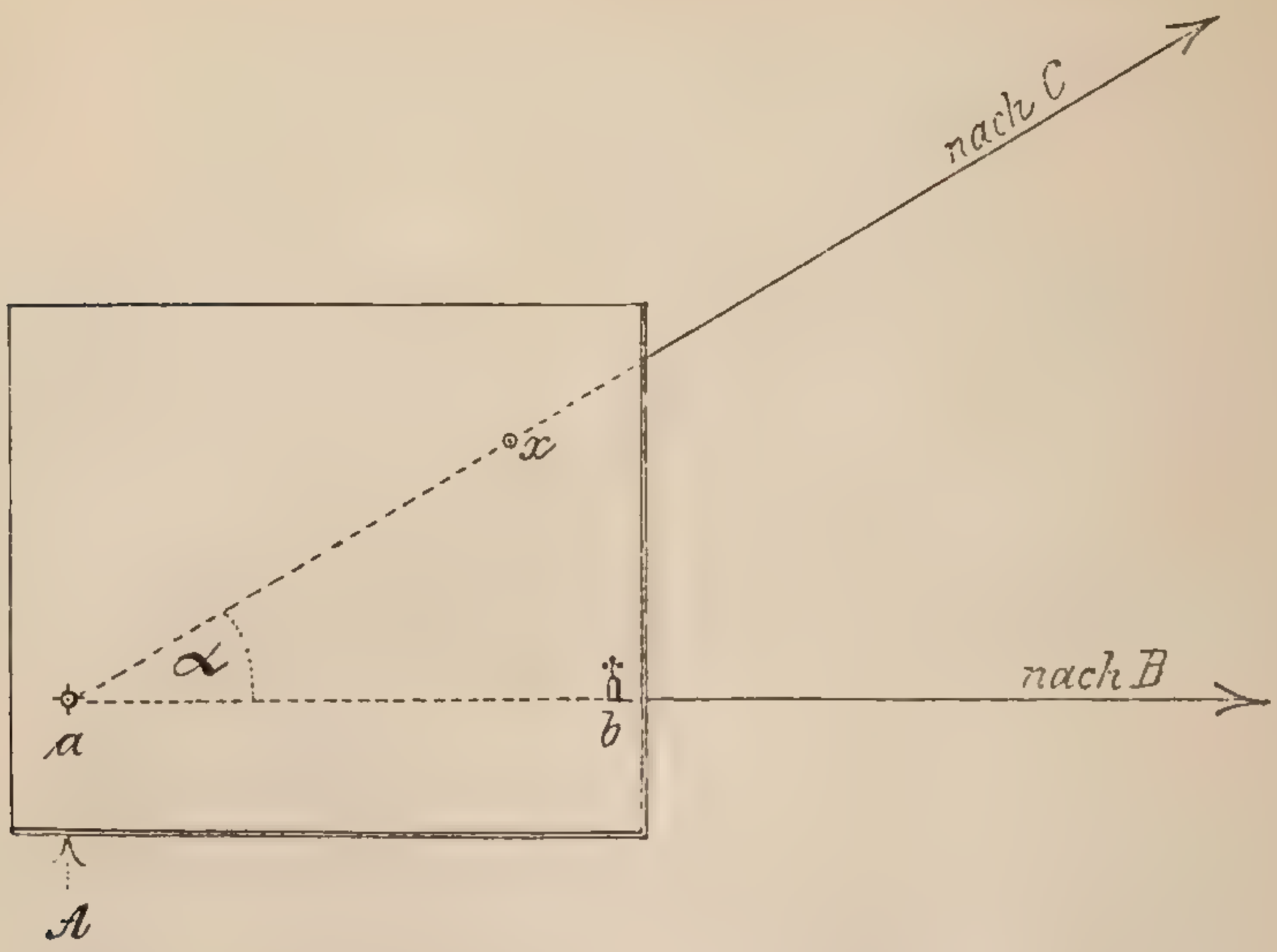
---

[1]) Die Basismessung bei Ilidže in der Nähe von Sarajevo ergab einen wahrscheinlichen Fehler von $\pm$ 0·00106 m bei einer Länge von 4061·3449 m.

[2]) Die großen Anfangsbuchstaben bezeichnen die Punkte in der Natur.

Diese Aufgabe kann entweder auf graphischem Wege oder mit Hilfe besonderer Instrumente, welche das directe Messen der Winkel gestatten, gelöst werden.

Fig. 139.



Wir werden in dieser und in den nachfolgenden Aufgaben nur die graphischen Lösungen behandeln.

Wir wissen aus der Geometrie, dass zwei Winkel gleich sind, wenn die Scheitel und die Richtungen ihrer Schenkel übereinfallen.

Der Winkel α (Fig. 139) in der Natur wird von den Schenkeln AB und AC gebildet.

Stellen wir uns genau über den Scheitel A auf, und richten wir die am Papier gegebene Gerade in der Richtung nach B, so ist die Aufgabe gelöst, sobald man einen Punkt (x) findet, welcher in der Geraden AC liegt, selbstverständlich aber noch auf das Papier fällt.

Man nennt diese Arbeiten: Das Aufstellen und das Orientieren des Messtisches, weiters das Rayonieren.

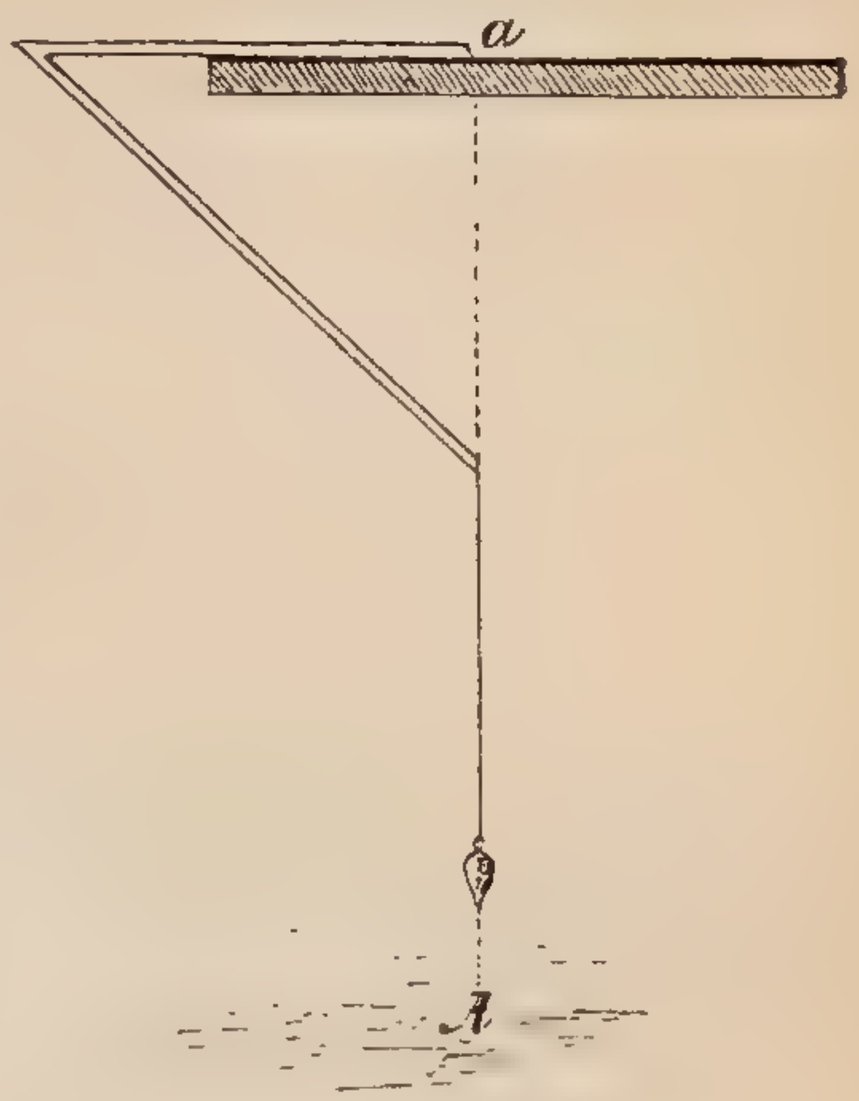
Die geodätisch-graphischen Arbeiten werden entweder auf dem Messtische oder auf einem Detaillierbrette ausgeführt. Die Kenntnis dieser Instrumente wird als bekannt vorausgesetzt, jedenfalls aber kann man sich dieselbe durch directe Anschauung schneller und besser aneignen, als dies auf theoretischem Wege der Fall wäre, weshalb in der Folge nur fallweise sehr kurze Andeutungen über Instrumente gegeben werden.

Die genaue Aufstellung des Messtisches über einen Punkt in der Natur geschieht mittelst einer Lothgabel (Fig. 140). Der eine Arm wird genau über den am Messtische gegebenen Punkt a gehalten und sodann die Messtischplatte

bei feststehendem Stative solange verschoben, bis das Senkblei genau über den correspondierenden Punkt *A* in der Natur zu liegen kommt.

Bei allen Arbeiten, welche mit dem Detaillierbrettchen ausgeführt werden, entfällt diese genaue Aufstellung mit der Lothgabel, nachdem ein Fehler bis zu 4×, welcher durch ein seitliches Aufstellen entstehen könnte, noch immer in dem mit der Anschlagnadel durchstochenen Punkte liegt.

Fig. 140.



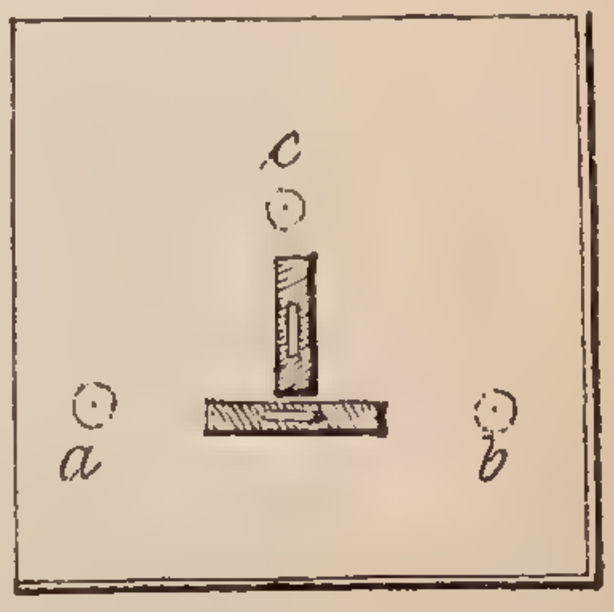
Dieses seitliche Aufstellen wird immer sein müssen, falls Naturobjecte wie Kapellen, Bildstöcke, Bäume etc. eine genaue Aufstellung über ihre Mitte nicht erlauben.

Zum Aufstellen des Messtisches gehört auch das Horizontalstellen desselben, was mit einer Libelle geschieht.

Zu diesem Zwecke wird die Libelle zwischen zwei Horizontalstellschrauben (*a*, *b*, Fig. 141) gestellt. Diese befinden sich am Stativkopfe. Durch entsprechende Drehung derselben wird die Tischplatte in der Richtung *a b* horizontal gestellt, sodann die Libelle senkrecht auf *a b* in der Richtung zur Schraube *c* gerichtet und dieselbe Arbeit mit der letzterwähnten Schraube durchgeführt.

Ist diese Richtung auch horizontal gestellt, dann muss die ganze Tischplatte vollkommen horizontal sein, ausgenommen der Fall, dass die Libelle derectificiert oder dass die Tischplatte gebogen wäre.

Fig. 141.



Beim Aufstellen und Horizontalstellen eines Detaillierbrettes genügt es, wenn diese Arbeit nach dem Augenmaße ausgeführt wird, zu welchem Zwecke man sich einige Schritte seitwärts begibt.

Damit man die gegebene Gerade *a b* genau über die Linie *A B* in der Natur aufstellen kann (Orientieren), ist ein Diopterlineal (mit oder ohne Fernrohr) nothwendig.

Dasselbe muss so aufgestellt werden, dass die Ziehkante die gegebenen Punkte am Papier halbiert, da sonst leicht Orientierungsfehler entstehen.

Fig. 142.

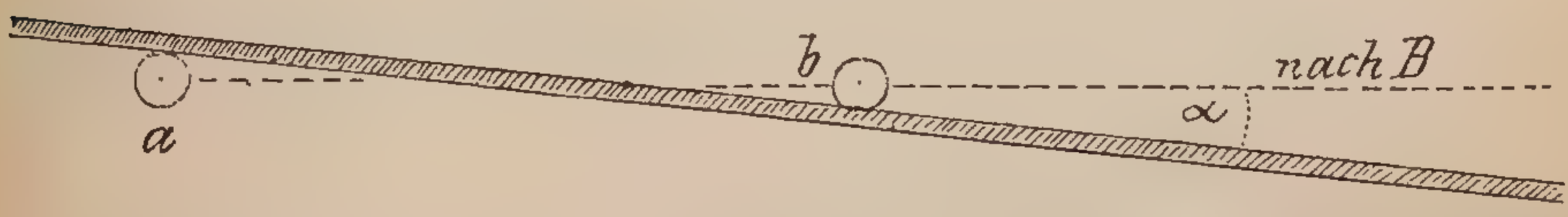
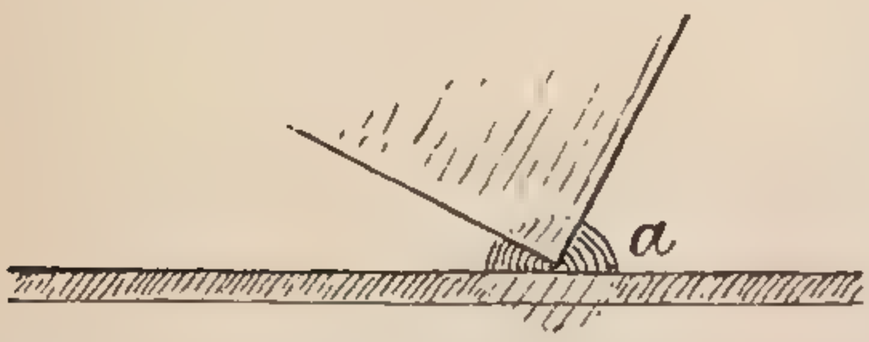


Fig. 142 veranschaulicht mit dem ∢ α den Orientierungsfehler. Die Messtischplatte wird bei geöffnetem Excenter grob gedreht, bis die gegebene Gerade *a b* über die Gerade *A B* in der Natur zu liegen kommt. Feinere Bewegungen werden bei geschlossenem Excenter mit der Mikrometerschraube bewirkt.

Die Orientierung des Messtisches muss jeder anderen Arbeit vorangehen; auch ist es gut, im Laufe derselben sich zu überzeugen, ob sich die Messtischplatte immer in derselben Lage befindet, da durch Anstoßen, Andrücken etc. diese leicht verschoben werden kann. Beim Orientieren mit dem Detaillierbrette wird die Klemmschraube am Stativkopfe geöffnet und nach einer groben Einstellung in die Visur wieder zugemacht. Die feinere Einstellung wird durch einen leichten Druck bewirkt. Je weiter der Punkt liegt, welcher zur Orientierung dient, desto genauer wird sie.

Zum Rayonieren legt man bei Arbeiten mit dem Messtische eine Kante der Boussole über den gegebenen Punkt so auf, dass dieser halbiert wird.

Fig. 143.



An diese Kante wird nun das Dioptrlineal angelehnt und durch Verschieben genau in die Richtung des anzurayonierenden Gegenstandes gebracht. (Fig. 143.)

Bei Arbeiten mit dem Detaillierbrette wird zur Anlehnung des Lineals eine Pickiernadel genau in den Punkt eingesteckt, wobei man zu beachten hat, dass ihre Lage senkrecht sei, weil sonst Fehler entstehen würden. Dieser Fehler ist in der Fig. 144 veranschaulicht.

Um die Rayone am Papiere ersichtlich zu machen, bedient man sich eines harten Bleistiftes, der, wie in Fig. 145 abgebildet, flach zugespitzt sein soll.

Fig. 144.

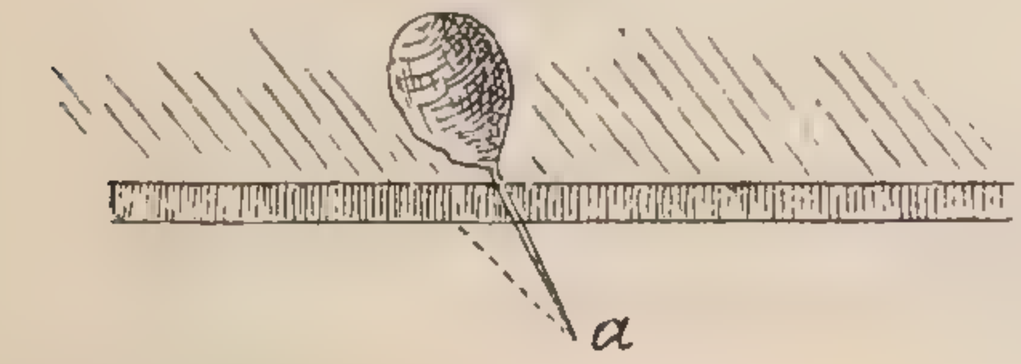


Fig. 145.

61.

Gegeben ist die Gerade $a\,b$ der Aufgabe 60.

Es soll die genaue Lage des Punktes C auf dem Papiere bestimmt werden.

Diese Arbeit, welche Vorwärts-Abschneiden genannt wird, beruht auf der Ähnlichkeit der Dreiecke $A\,B\,C$ und $a\,b\,c$ (Fig. 146), bei welchen die $\sphericalangle\, a\,A$ und $b\,B$ gleich sind.

Es verhalten sich somit:

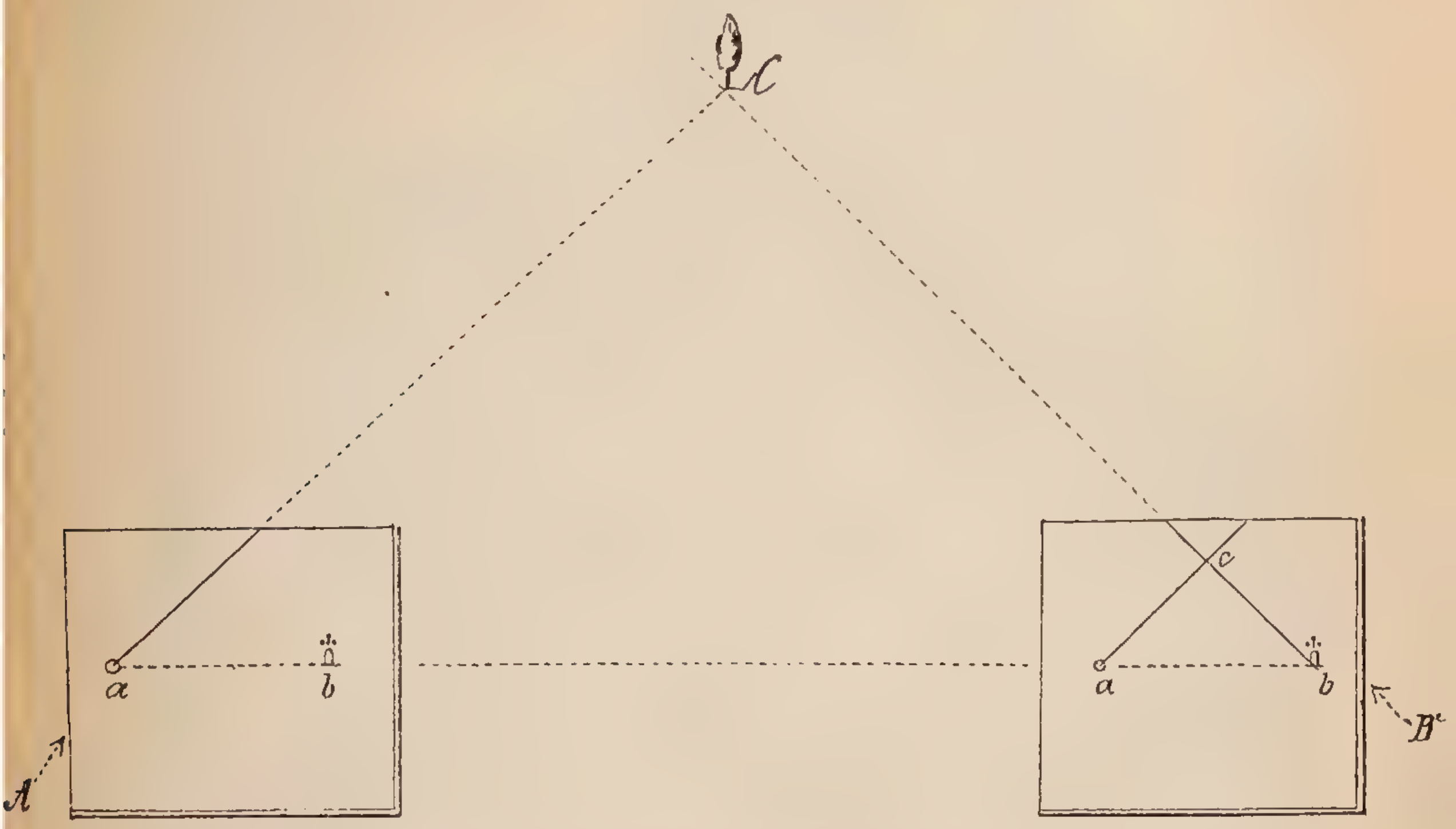
$$A\,B : a\,b = A\,C : a\,c = B\,C : b\,c.$$

Ist somit $a\,b$ $^1/_{25000}$ stel der Strecke $A\,B$, so ist dies auch mit $a\,c$ und $b\,c$ bezüglich $A\,C$ und $B\,C$ der Fall.

Der Messtisch wird über A aufgestellt und nach B orientiert (Aufgabe 60), dann nach C in der Natur rayoniert. Da nun der Tisch

orientiert ist, wird die Abweichung der Boussole notiert, damit man beim Rückwärts-Einschneiden (Aufgabe 63) dem Tische dieselbe Orientierung geben kann.

Fig. 146.

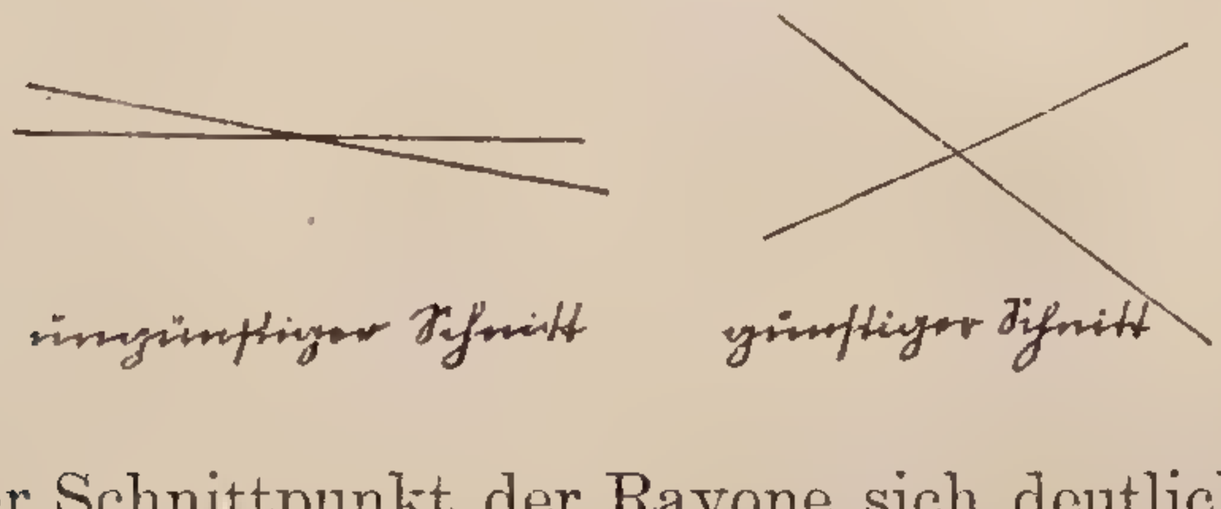


Ist dies geschehen, so begibt man sich nach dem Punkte *B*, orientiert den Messtisch nach *A* und rayoniert abermals nach *C*.

Der Schnittpunkt beider Rayone gibt den Punkt *c*.

Das „Vorwärts-Abschneiden" wird auch „Triangulieren" („Rayonieren und Schneiden") genannt und ist die genaueste Methode zur graphischen Bestimmung eines Punktes.

Fig. 147.



Damit der Schnittpunkt der Rayone sich deutlich ergebe, sollen sich dieselben unter einem Winkel von mindestens 30^0 schneiden, was bei der Wahl des zweiten Standpunktes *B* zu berücksichtigen ist. (Fig. 147.)

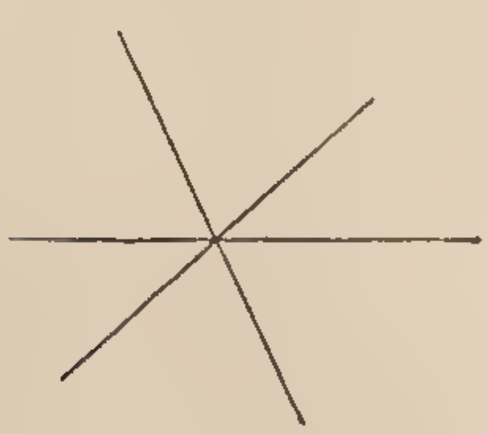
Es ist leicht begreiflich, dass durch Anstoßen an den Messtisch, durch leichtfertiges Arbeiten etc., die Orientierung an einem Standpunkte fehlerhaft werden kann; in diesem Falle ist auch der gewonnene Schnittpunkt falsch.

Es ist somit nothwendig, die Arbeit von einem dritten Punkte aus zu controlieren, was durch Rayonieren nach dem Punkte C von diesem neuen Standpunkte aus geschieht.

Schneiden sich alle drei Rayone in einem Punkte, so hat man die Gewissheit, dass der gewonnene Punkt c richtig ist (Fig. 148); man wird denselben auch im Verlaufe der weiteren Arbeit, so wie es mit a und b der Fall war, zur Bestimmung anderer Punkte in der eben erwähnten Art, benützen können. Selbstverständlich können auch mehrere Controlrayone gezogen werden.

Wurde die Arbeit auf irgend einem Standpunkte schlecht ausgeführt, oder wäre einer der benützten Punkte auf dem Papiere schlecht übertragen worden, so schneiden sich die drei Rayone nicht in einem Punkte; sie bilden somit ein Dreieck. (Fig. 149.)

Fig. 148.



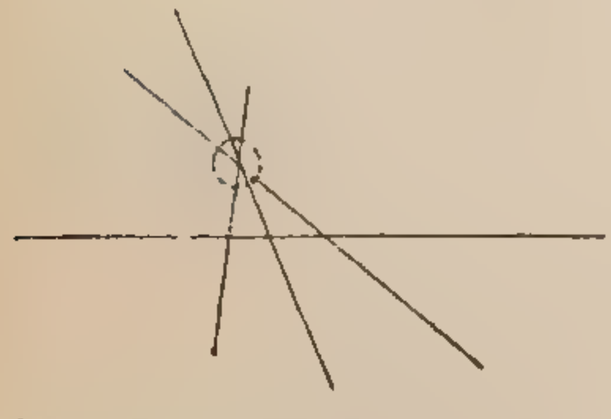
richtige Schnitte

Fig. 149.

unrichtige Schnitte

In einem solchen Falle muss die Arbeit von einem vierten Standpunkte nochmals überprüft werden. (Fig. 150.) Sobald ein Punkt auf diese Weise vollkommen bestimmt ist, wird er mit einer Pickiernadel durchgestochen und mit einem kleinen Ringelchen versehen. Die Rayone können, da sie nun überflüssig sind, ausgelöscht werden.

Fig. 150.

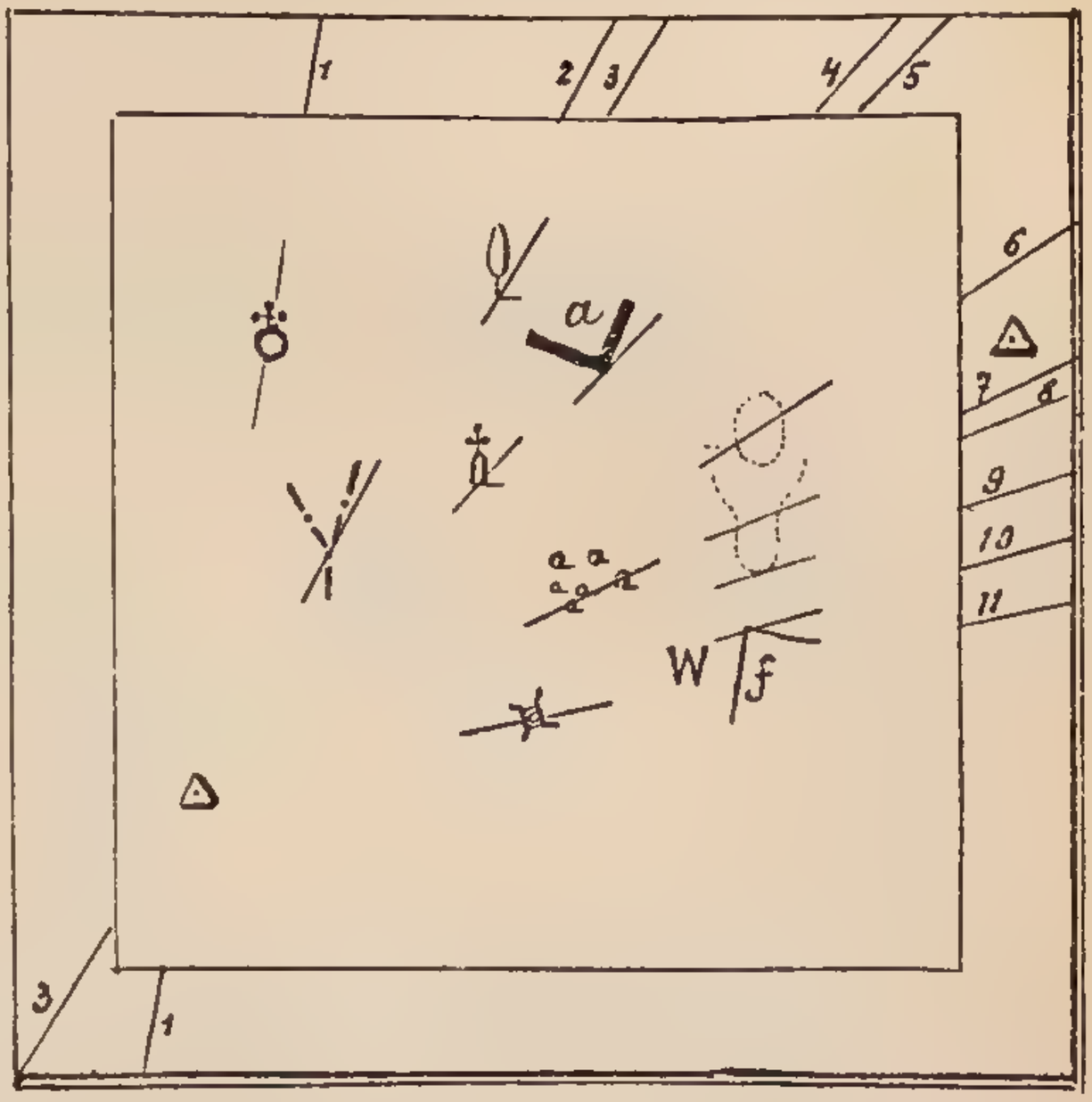


Befindet man sich auf dem Punkte A, so wird man nicht nur C, sondern auch mehrere andere Punkte, welche in der Natur auffallend oder für die Arbeit wichtig sind, anrayonieren und sie von B aus schneiden, womit man rasch ein Netz von bestimmten Punkten erhält, welche in der Folge als Ausgangspunkte für die weitere Arbeit dienen.

Alle gezogenen Rayone werden über den Rand der Zeichnung verlängert und numeriert, hierauf in das sogenannte Rayonbuch mit Nummern und Bezeichnung eingetragen.

Weit zweckmäßiger ist jedoch, die Distanz bis zu dem zu bestimmenden Punkte in der Natur vor dem Rayonieren zu schätzen, und die Rayone nur dort zu ziehen, wo der Schnitt hinfallen dürfte, wobei auf dem Rayone die passende conventionelle Bezeichnung angemerkt wird. (Fig. 151.)

Fig. 151.



Auf diese Weise erlangt man zugleich eine Skizze über die Lage der anrayonierten Objecte untereinander, was die Arbeit wesentlich erleichtert.

Angezeigt ist es, nach einigen gezogenen Rayonen die Orientierung zu überprüfen.

In der praktischen Anwendung bilden die gegebenen trigonometrischen Punkte die Basis für die Bestimmung anderer Punkte mittelst des Vorwärts-Abschneidens.

62.

Die Bestimmung des Punktes *C* (Aufgabe 61) soll erfolgen ohne zum Punkte *B* zu gehen.

Diese Methode der Punktbestimmung wird „Seitwärts-Abschneiden" genannt und folgendermaßen durchgeführt:

Man stellt den Messtisch über *A* (Fig. 146) auf, orientiert ihn nach *B* und rayoniert nach *C*.

Hierauf begibt man sich, anstatt nach *B*, wie beim Vorwärts-Abschneiden zum Punkte *C*, stellt den Tisch über denselben auf, orientiert ihn nach dem bereits gezogenen Rayone *AC* und zieht einen neuen Rayon in der Richtung *Bb* zurück. Wo sich beide Rayone schneiden, befindet sich der Punkt *c*.

Je länger der Rayon, welcher zur Orientierung dient, desto genauer wird dieselbe.

Man wird deshalb alle Rayone, mit Ausnahme derjenigen, welche nicht gleich aufgearbeitet werden, so lang als möglich, somit über die Ränder der Zeichnung ziehen. (Siehe Fig. 151.)

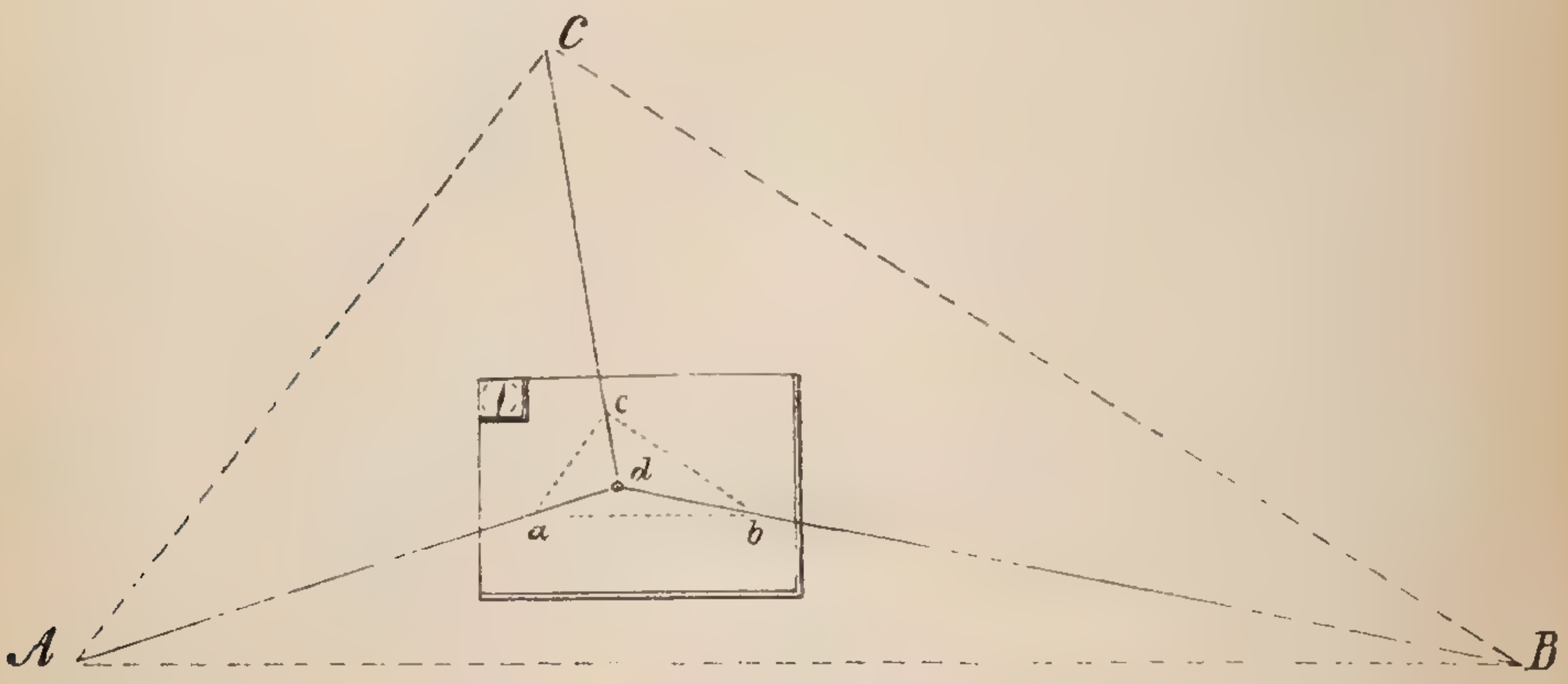
Punkte, welche auf diese Weise bestimmt wurden, dürfen nur ausnahmsweise zum Triangulieren anderer Punkte verwendet werden; es wäre denn, dass der durch Seitwärts-Abschneiden gewonnene Standpunkt von anderen Punkten aus controliert worden wäre.

63.

Gegeben sind drei Punkte *A B C* (*a b c*). (Fig. 152.)

Es soll der Punkt *D*, über welchen man Aufstellung genommen hat, bestimmt werden.

Fig. 152.



Diese Methode der Punktbestimmung wird „Rückwärts-Einschneiden, Problem der vier Punkte, auch Pothenot'sches Problem" genannt.

Die Aufstellung des Tisches geschieht genau über den Punkt *D*, das Orientieren jedoch kann in diesem Falle weder nach einem Punkte, noch nach einem Rayone durchgeführt werden.

Der Tisch ist als orientiert zu bezeichnen, sobald die homologen Seiten des Dreieckes *a b c* mit jenen von *A B C* parallel stehen.

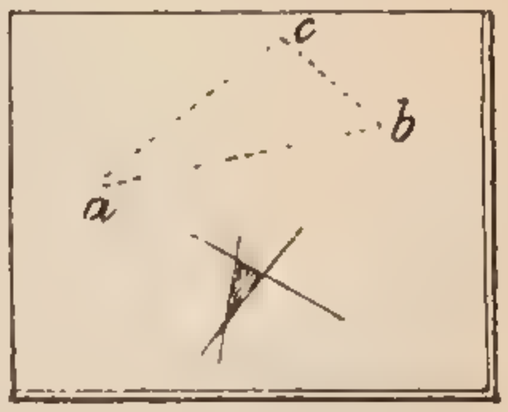
Dies wird mit Hilfe der Boussole bewerkstelligt.

Wird der Tisch bei einer neuerlichen Aufstellung so gedreht, dass die Magnetnadel in die ursprüngliche notierte Lage zu stehen kommt, dann ist die beiläufige Orientierung des Messtisches erlangt.

Nach bewirkter Orientierung zieht man von den Punkten in der Natur über jene auf dem Messtische Rayone, welche sich in einem Punkte, dem gesuchten Standpunkte (*d*), schneiden. (Fig. 152.)

Mit Rücksicht auf die geringe Größe der Boussolen und auf die oft vorkommenden Perturbationen der Magnetnadel wird es selten möglich sein, eine vollkommene Orientierung des Messtisches zu erlangen, infolge dessen werden sich auch selten alle drei Rayone in einem Punkte schneiden. In diesem Falle entsteht ein Dreieck, welches „Fehlerdreieck" genannt wird. (Fig. 153.)

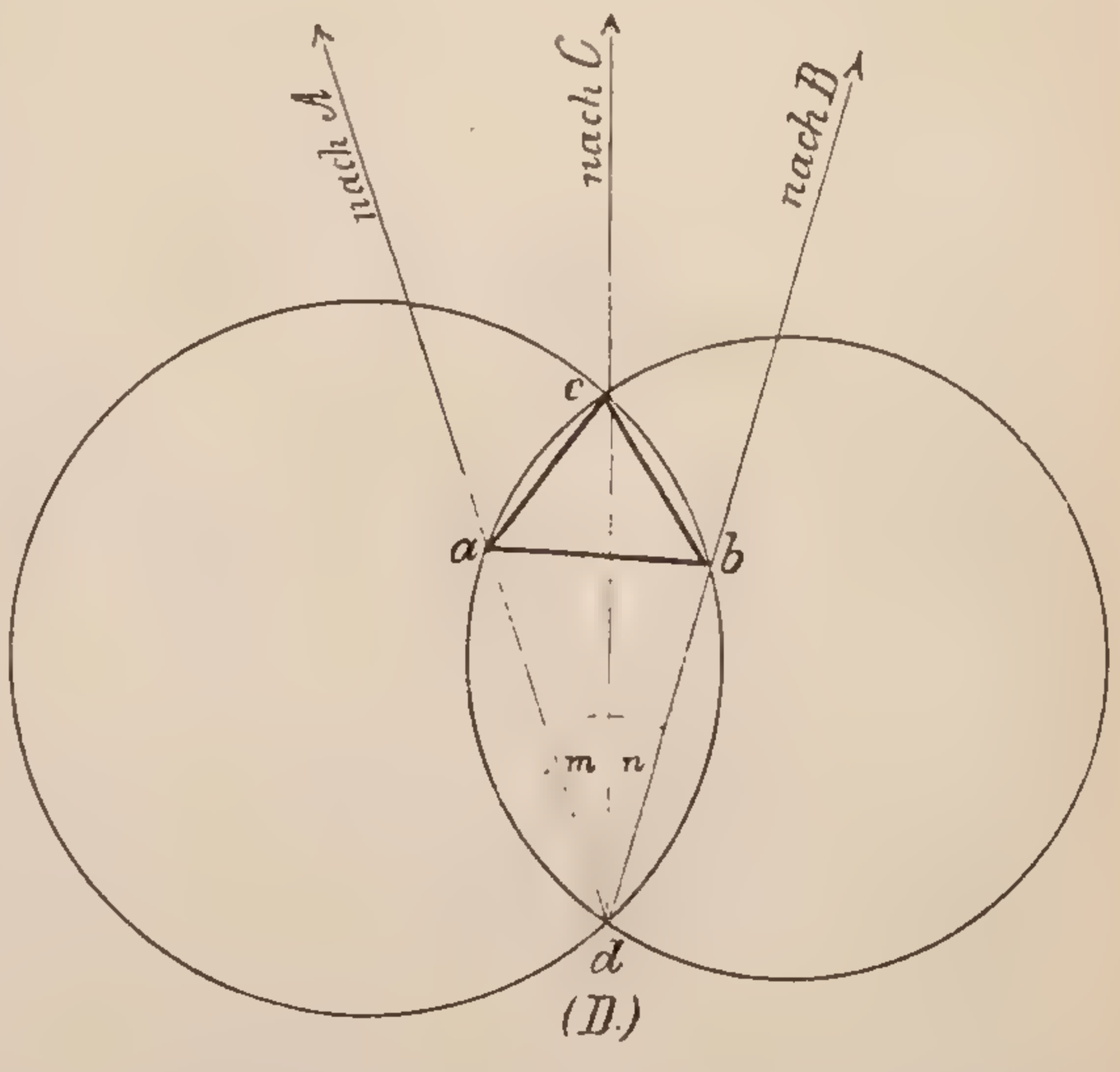
Fig. 153.



Im Nachfolgenden werden wir alle üblichen Methoden besprechen, welche es ermöglichen, entweder das Rückwärts-Einschneiden durchzuführen, ohne Fehlerdreiecke zu bekommen oder den Punkt d mit Ausnützung der Fehlerdreiecke zu erhalten.

Die Lösung des Pothenot'schen Problemes beruht auf der Bestimmung der Winkel m und n (Fig. 154); denn durch diese Winkel ist sowohl D als der gesuchte Punkt d vollkommen bestimmt, nachdem nur in zwei Fällen die Möglichkeit vorhanden ist, dass noch ein anderer Punkt mit $A\,B\,C$ dieselben Winkel einschließt.

Fig. 154.



(D.)

Diese Fälle sind:

1. Wenn D mit $A\,B\,C$ in einer Geraden liegt.
2. Wenn D auf der Peripherie des das Dreieck $A\,B\,C$ umschriebenen Kreises liegt.

Im ersten Falle, wo die Punkte $A\,B\,C$ kein Dreieck bilden, würde D sowie jeder andere in derselben Geraden liegende Punkt mit $A\,B\,C$ einen Winkel $= 0^0$, respective 180^0 einschließen.

Im zweiten Falle würde jeder Punkt auf der Peripherie des Kreises dieselben Winkel mit $A\,B$ und $B\,C$ als Sehnen eines Kreises einschließen. (Fig. 159.)

Dass der Punkt D und somit auch d in jedem anderen Falle durch die Winkel m und n vollkommen bestimmt ist, geht daraus

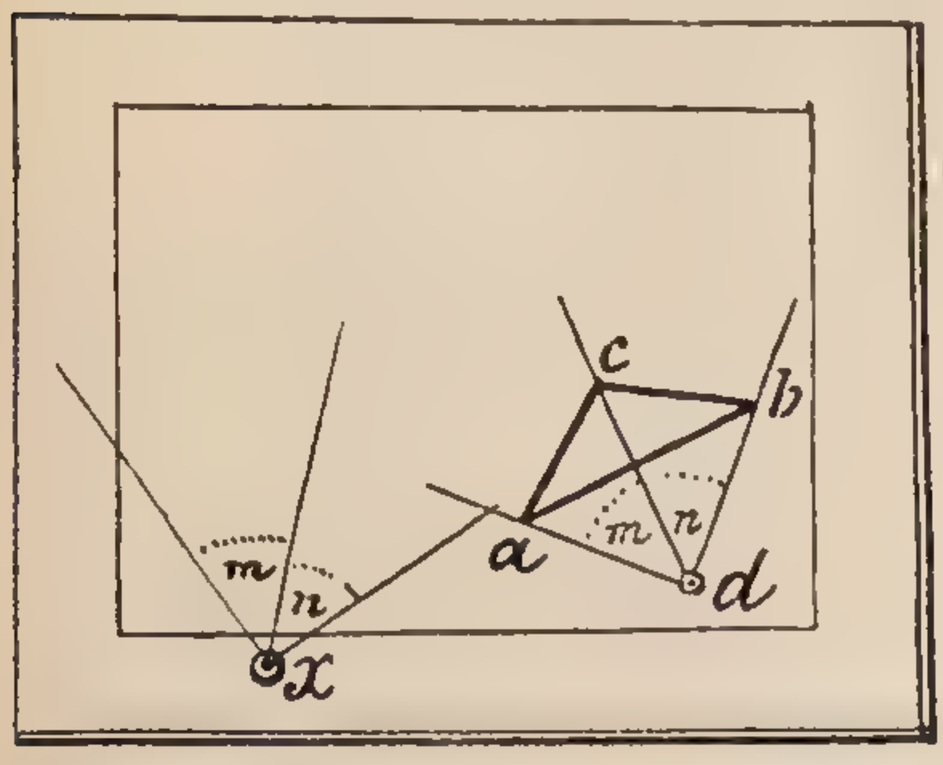
hervor, dass die um die Dreiecke $a\,c\,d$ und $b\,c\,d$ (Fig. 154) beschriebenen Kreise außer im Punkte c sich nur in d schneiden.

a) Methode mit dem Oleatenpapier.

Man spannt ein Stück Oleatenpapier über das Brett und zieht von einem beliebigen Punkte x (Fig. 155) am Rande des Detaillierbrettes Rayone zu den Punkten $A\,B\,C$ in der Natur, wodurch man die Winkel m und n erhält.

Nun verschiebt man das Oleatenpapier so, dass die bezüglichen Rayone die Punkte $a\,b\,c$ auf dem Tische tangieren, und sticht den Schnittpunkt der Rayone mit einer Nadel durch, wodurch man den Punkt d erhält.[1])

Fig. 155.



Diese Methode wird mit Vortheil dort angewendet, wo es sich darum handelt, den Punkt d rasch ausfindig zu machen, ohne auf besondere Genauigkeit Anspruch zu machen (wie es bei Höhenmessungen auf nahe Punkte der Fall ist).

Sobald die Rayone gezogen sind, kann die Punktbestimmung auch zu Hause erfolgen, ohne den Punkt d zu controlieren, da für solche Höhenmessungen selbst ein Fehler von 100 m keinen besonderen Ausschlag in der Höhe zur Folge hat.

Bei windigem Wetter kann man mit Oleatenpapier nicht arbeiten, ebenso ist es nicht rathsam, das Einschneiden mit altem faltigem Papier durchzuführen.

Mit größerer Genauigkeit kann man diese Methode der Winkelübertragung mittelst des Einschneide-Transporteurs von Reitzner vornehmen.

Die drei Lineale, aus welchen das Instrument besteht, werden in die Richtung der gezogenen Rayone gebracht und sodann bei ihrer charnierartigen Verbindung geklemmt.

Hierauf verschiebt man das Instrument solange, bis die drei Lineale die gegebenen drei Punkte tangieren und sticht mit der Pickiervorrichtung den Punkt d durch.

---

[1]) Unter „Punkt d" (x) wird immer der gesuchte Standpunkt gemeint.

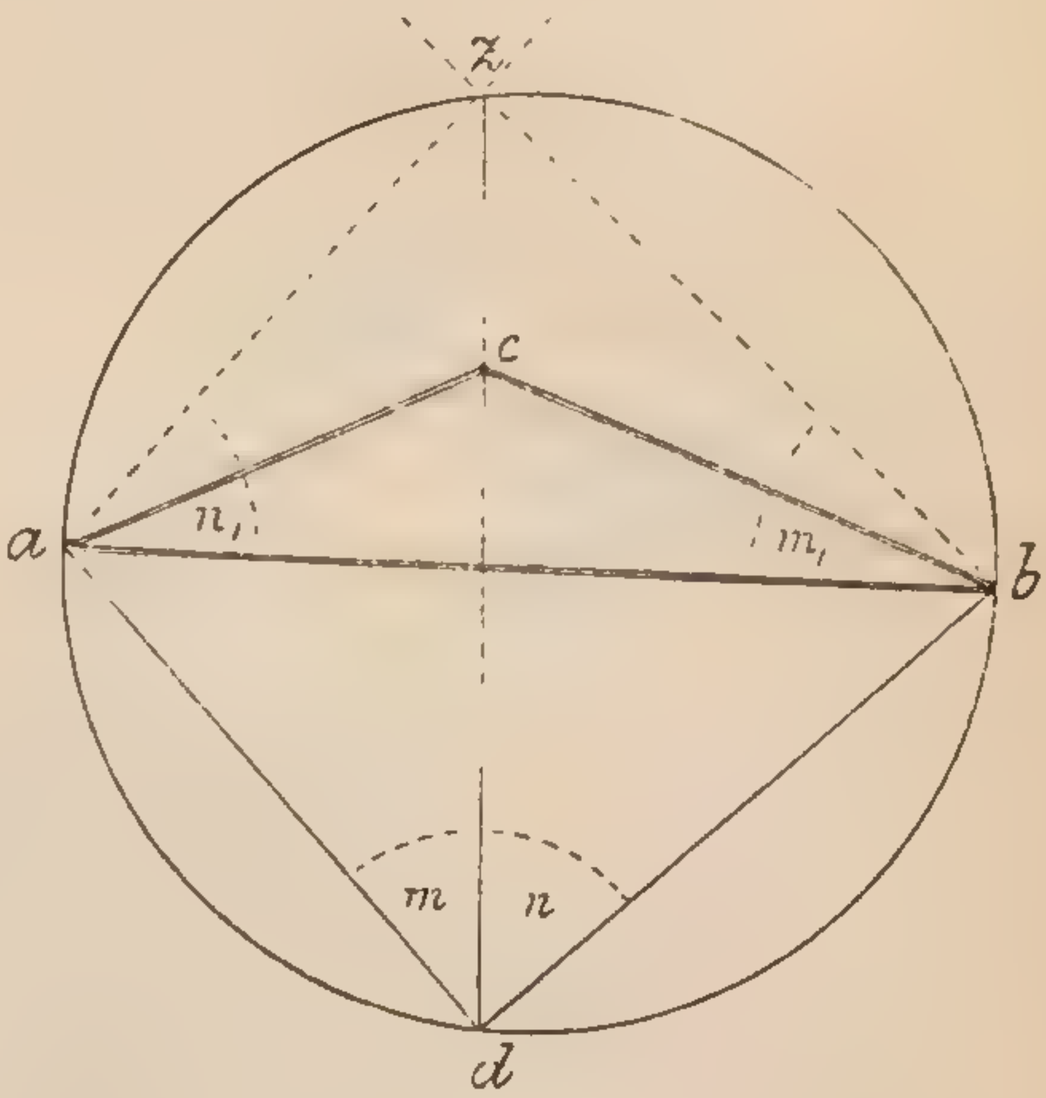
b) Methode mittelst des Hilfspunktes.

Man überträgt (Fig. 156) den Winkel m in m^I und den Winkel n in n^I, darauf zieht man eine Gerade vom Schnittpunkte ihrer verlängerten Schenkel durch c.

Diese Gerade gibt die richtige Orientierung des Messtisches an, respective ihr Durchschnittspunkt mit dem Kreise in d den gesuchten Standpunkt.

Um das Übertragen der Winkel zu ersparen, kann man sich der folgenden von Bohnenberger und Bessel angegebenen Methode bedienen.

Fig. 156.



Man bringt a über D, richtet $a\,b$ nach DB ein, und rayoniert sodann nach C. (Fig. 157.)

Hierauf verschiebt man den Tisch so, dass b über D kommt, stellt $b\,a$ nach DA ein und rayoniert abermals nach C, wodurch die früher erwähnten Winkel m und n direct auf $a\,b$ übertragen werden.

Verbindet man c mit dem Hilfspunkte z und orientiert darauf den Tisch nach dieser Geraden und dem Punkte C, so kann der Standpunkt durch Seitwärts-Abschneiden von einem der beiden anderen Punkte bestimmt werden, ohne den Kreis ziehen zu müssen.

Diese Methode, welche sehr praktisch ist, kann in folgenden Fällen nicht angewendet werden:

1. Wenn der Hilfspunkt z zu nahe an c fällt, in welchem Falle die kurze Orientierungslinie unverlässlich ist.
2. Wenn der Winkel bei z sehr spitz ist.
3. Wenn sich die Schenkel nicht mehr auf dem Messtische schneiden.

In allen diesen Fällen wird man sich dadurch helfen, dass man anstatt c einen günstigeren Punkt wählt.

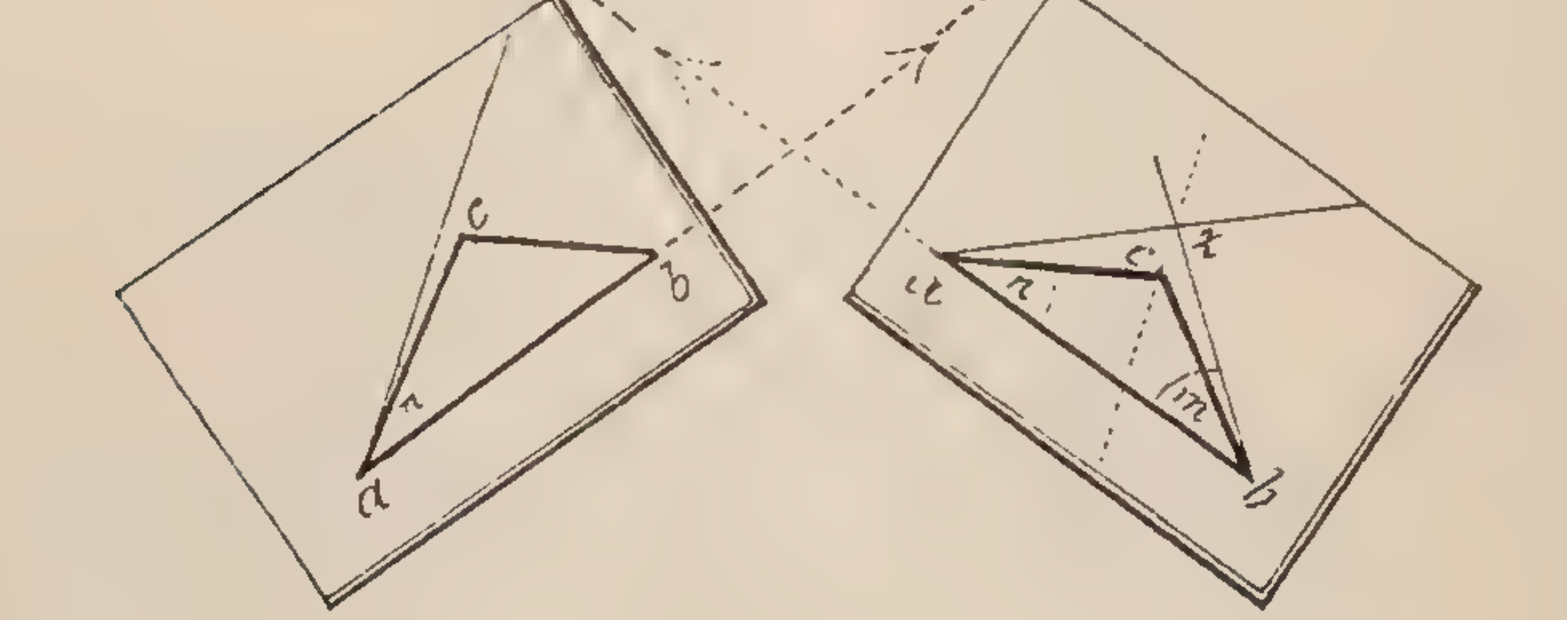
Auflösung der Fehlerdreiecke.

a) Lehmann'sche Methode.

Der sächsische Major Lehmann stellte folgende Grundsätze auf: (Fig. 158.)

I. Der gesuchte Punkt x liegt im Fehlerdreiecke selbst, falls sich der Messtisch innerhalb des Dreieckes in der Natur ABC befindet oder, was dasselbe ist, wenn das Fehlerdreieck innerhalb des gegebenen Dreieckes am Tische ist.

Fig. 157.



II. Nennt man die Visur von C die mittlere Visur, so befindet sich der gesuchte Punkt x auf jener Seite derselben, wo das Fehlerdreieck nicht ist, falls sich der Messtisch außerhalb des Dreieckes ABC, jedoch innerhalb des um dasselbe beschriebenen Kreises befindet.

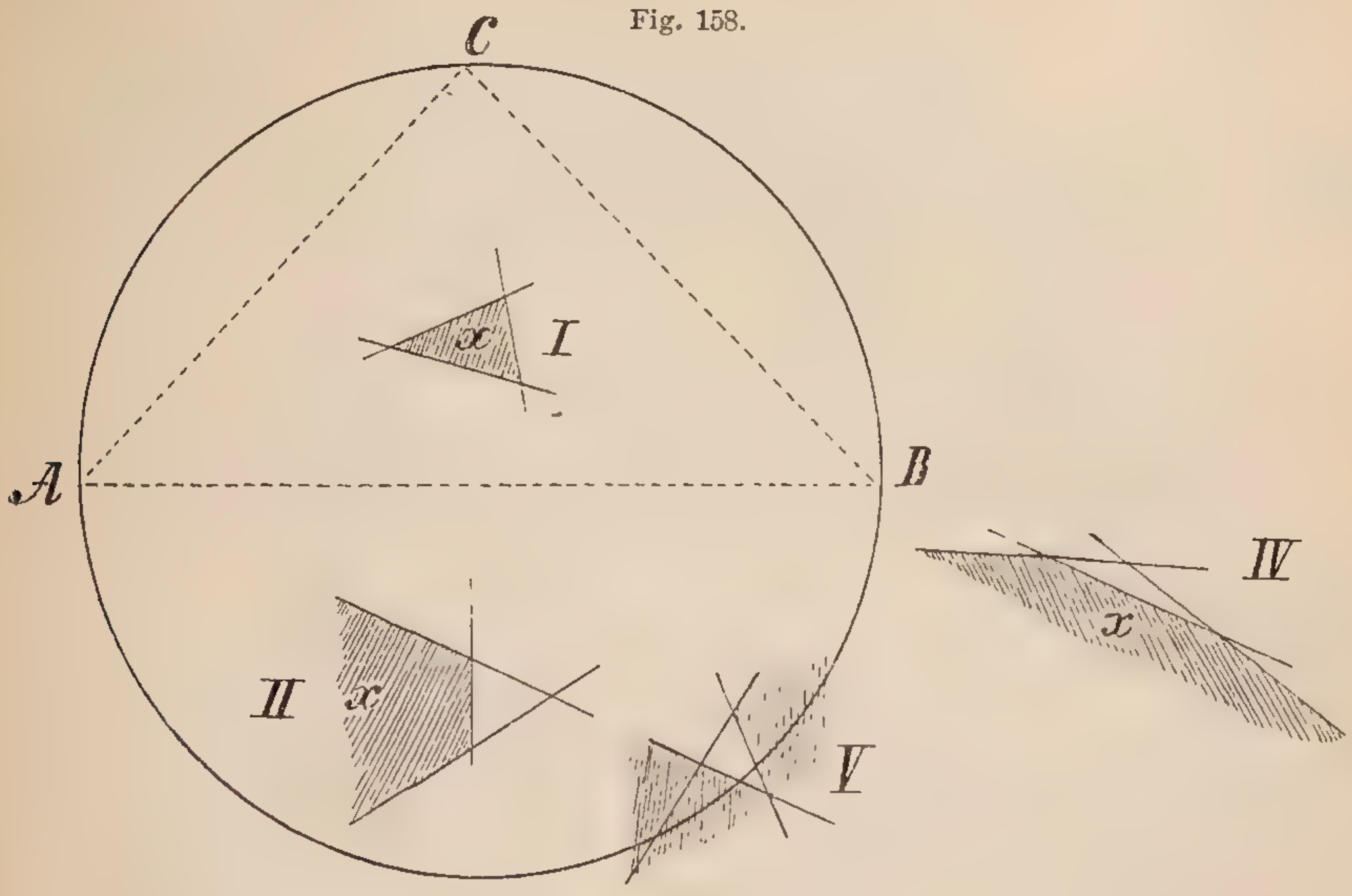
III. Der Punkt x befindet sich auf derselben Seite des Fehlerdreieckes mit Bezug auf den mittleren Rayon, wenn sich der Messtisch außerhalb des Kreises einer Dreiecksseite vis-à-vis befindet.

IV. Findet sich der Messtisch einem Scheitel vis-à-vis, so tritt derselbe Fall wie sub II ein.

V. Befindet sich der Standpunkt in der Nähe der Kreisperipherie, was man leicht mit freiem Auge beurtheilen kann, so ist eine Auflösung unmöglich, da Peripheriewinkel auf derselben Sehne

einander gleich sind, der Punkt x somit auf jedem Punkte der Peripherie mit den Sehnen AB, AC und BC dieselben Winkel einschließt.

Fig. 158.



In Fig. 159 ist daher $\sphericalangle \alpha = \beta = \gamma$.

Die nähere Bestimmung des Punktes x erfolgt nach dem Grundsatze, dass die Distanzen vom Standpunkte bis zu den Punkten in der Natur (nicht zu verwechseln mit der Länge der Rayone) sich wie die senkrechten Abstände des Punktes x von den homologen Rayonen verhalten.

Wäre beispielsweise in der Fig. 160 der Punkt x genauer zu bestimmen, und würde die Schätzung der Distanzen

$$xA = 1000^{\times}$$
$$xB = 1500^{\times}$$
$$xC = 1500^{\times}$$

ergeben haben, somit die Entfernungen sich wie $1{\cdot}5 : 1{\cdot}5 : 1$ verhalten, so braucht man nur die Senkrechten mx, nx und ox, welche sich

wie 1·5 : 1·5 : 1 verhalten, auf die diesbezüglichen Rayone aufzutragen und solange zu verschieben, bis sie sich in einem Punkte schneiden, welcher Punkt der gesuchte Punkt x ist.

b) Methode des Verfassers nach einem Hilfspunkte.

Zieht man einen Kreis um das Dreieck, gebildet von zwei der gegebenen Punkte (Fig. 161, $a\,b$) und dem Schnittpunkte der zugehörigen Rayone (n), hierauf eine Parallele von diesem Schnitt-

Fig. 159.

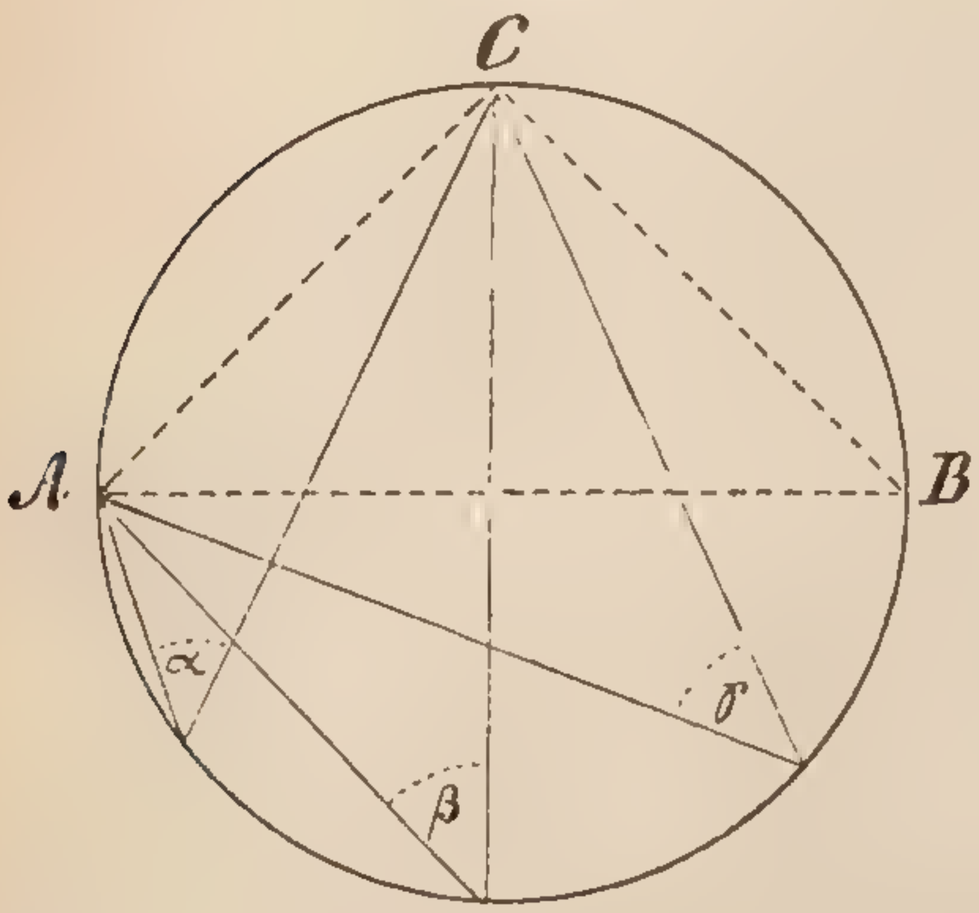
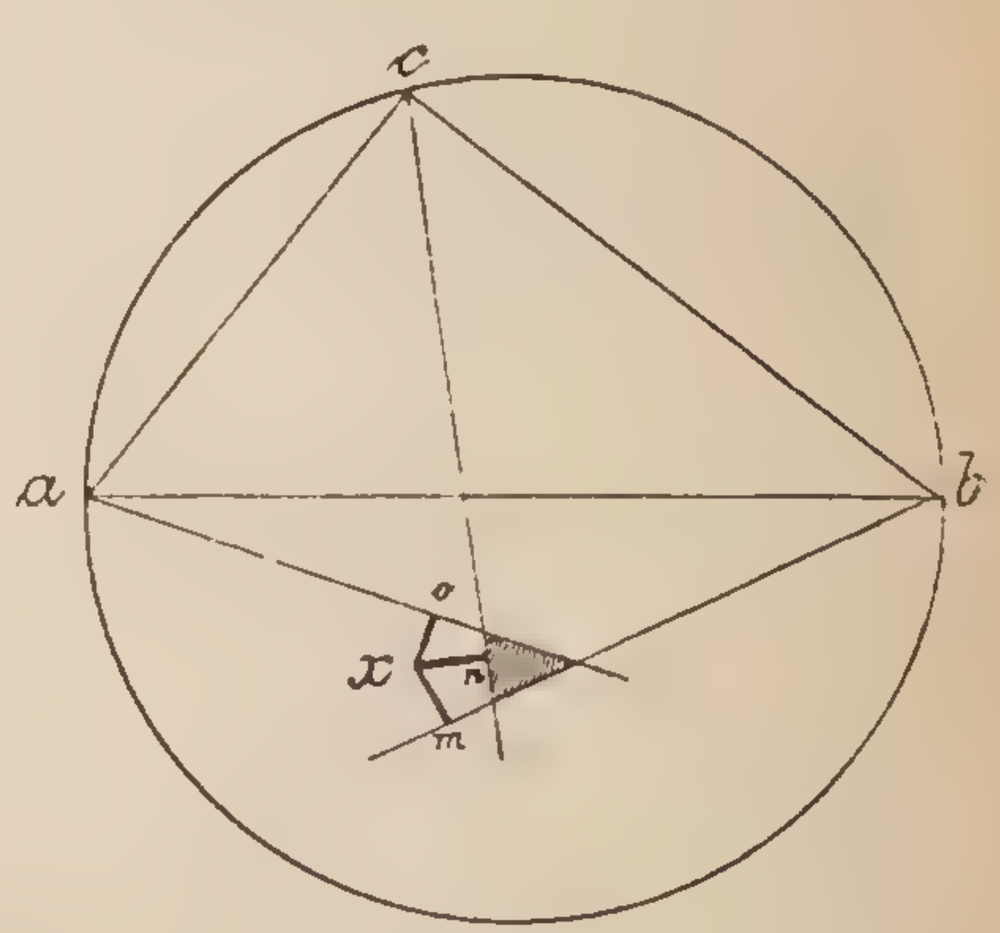


Fig. 160.



punkte (n) zum dritten Rayone ($c\,o$), so schneidet diese Parallele den Kreis (d). Die verlängerte Verbindungslinie dieses Schnittpunktes (d) mit dem dritten gegebenen Punkte (c) gibt in ihrem Schnittpunkte mit der Kreisperipherie (e) den gesuchten Standpunkt.

Beweis.

Der Standpunkt e ist richtig, sobald der Winkel $c\,o\,b = d\,e\,b$ und $a\,m\,c = a\,e\,d$ ist. (Siehe Fig. 154 und 161.)

Winkel $c\,o\,b = d\,n\,b$ als Gegenwinkel

„ $d\,n\,b = d\,e\,b$ „ Peripheriewinkel auf demselben Bogen, somit

$\measuredangle\, d\,e\,b = c\,o\,b.$

„ $a\,m\,c = a\,n\,d$ als Gegenwinkel

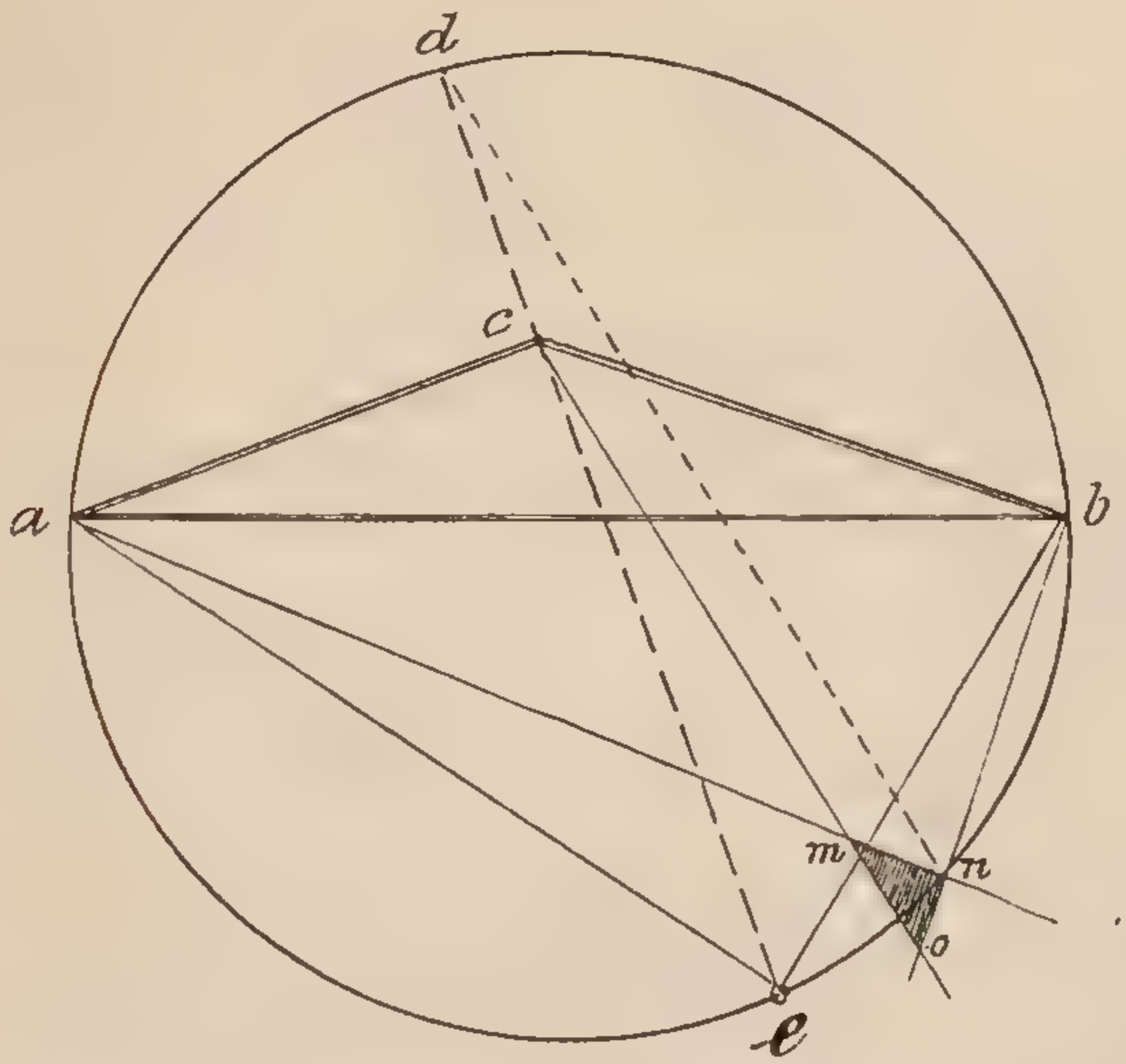
„ $a\,n\,d = a\,e\,d$ „ Peripheriewinkel „ „ „ „

$\measuredangle\, a\,e\,d = a\,m\,c.$

In der praktischen Anwendung kann man diesen Kreisbogen entweder mit einem Zirkel oder mittelst des vom Verfasser construierten Retrosectors ziehen. In beiden Fällen wird man nur einen Theil des

Bogens ziehen (bei *e* und bei *d*), um das Papier nicht unnöthig mit Linien zu überladen. Die Punkte *e* und *d*, wo die Bögen gezogen werden sollen, lassen sich leicht mit freiem Auge beurtheilen. (Methode von Lehmann.)

Fig. 161.



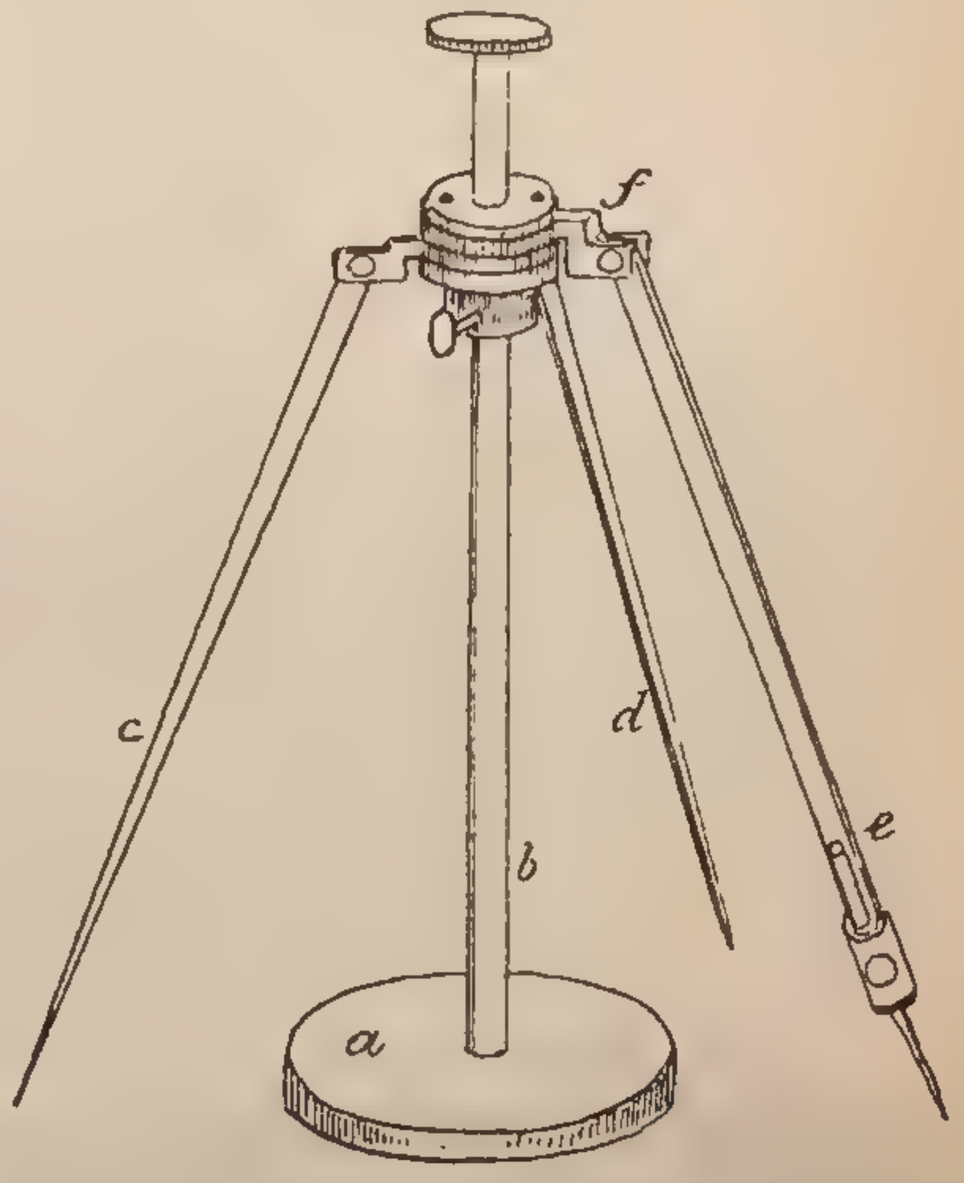
Die Zusammenstellung eines Retrosectors ist aus der Fig. 162 ersichtlich.

Er besteht aus einem Leitcylinder *b*, welcher auf einer Fußplatte *a* ruht.

Die drei Zirkelarme *c*, *d* und *e* sind charnierartig bei *f* verbunden, so dass sie sowohl eine Bewegung im horizontalen als im verticalen Sinne gestatten, überdies längs des Leitcylinders auf- und abgleiten, sowie in jeder Lage mittelst einer Schraube festgeklemmt werden können.

An einem Zirkelarme (*e*) ist ein Bleistift angebracht, alle drei Zirkelarme sind gleich lang, so dass das Instrument in jeder Lage das Gerippe einer Pyramide bildet, bei welcher die Kanten gleich weit vom Leitcylinder abstehen.

Fig. 162.



Der Retrosector wird auf folgende Weise gebraucht:

Hätte man in der Fig. 161 den erwähnten Kreis zu ziehen, so stellt man die Fußplatte dort auf, wo beiläufig der Mittelpunkt des Kreises hinfällt, was leicht zu beurtheilen ist.

Am zweckmäßigsten wird das Instrument folgendermaßen gehalten: Mit dem Zeigefinger und Daumen beider Hände hält man zwei Zirkelarme bei den Charnieren, so dass der Zeigefinger die Charniere und die Zirkelarme zugleich durch Herabdrücken leicht festhält. Die Spitzen der letzteren werden über die Punkte *a* und *b* Fig. 161 gestellt.

Die Mittelfinger ergreifen und leiten den dritten Arm mit dem Bleistift (im vorliegenden Falle gegen den Punkt *n*), während die Ringfinger den Leitcylinder halten.

Ist der dritte Arm mit der Bleistiftspitze über *n*, so verschiebt man den Leitcylinder solange, bis die Fußplatte auf dem Papiere aufliegt und zieht, nachdem man die Klemmschraube angezogen, den Kreisbogen bei *e*.

Die Parallele *nd* kann schon früher gezogen werden. Man braucht somit, ohne bei *d* einen Kreisbogen zu ziehen, mit jenem Zirkelarm, welcher über *a* oder *b* gestellt wurde, den Punkt *d*, bei welchem die Kreisperipherie durchgienge, nur leicht zu markieren. Vor dem Gebrauche richte man den Bleistift so, dass alle drei Zirkelarme gleich lang sind.

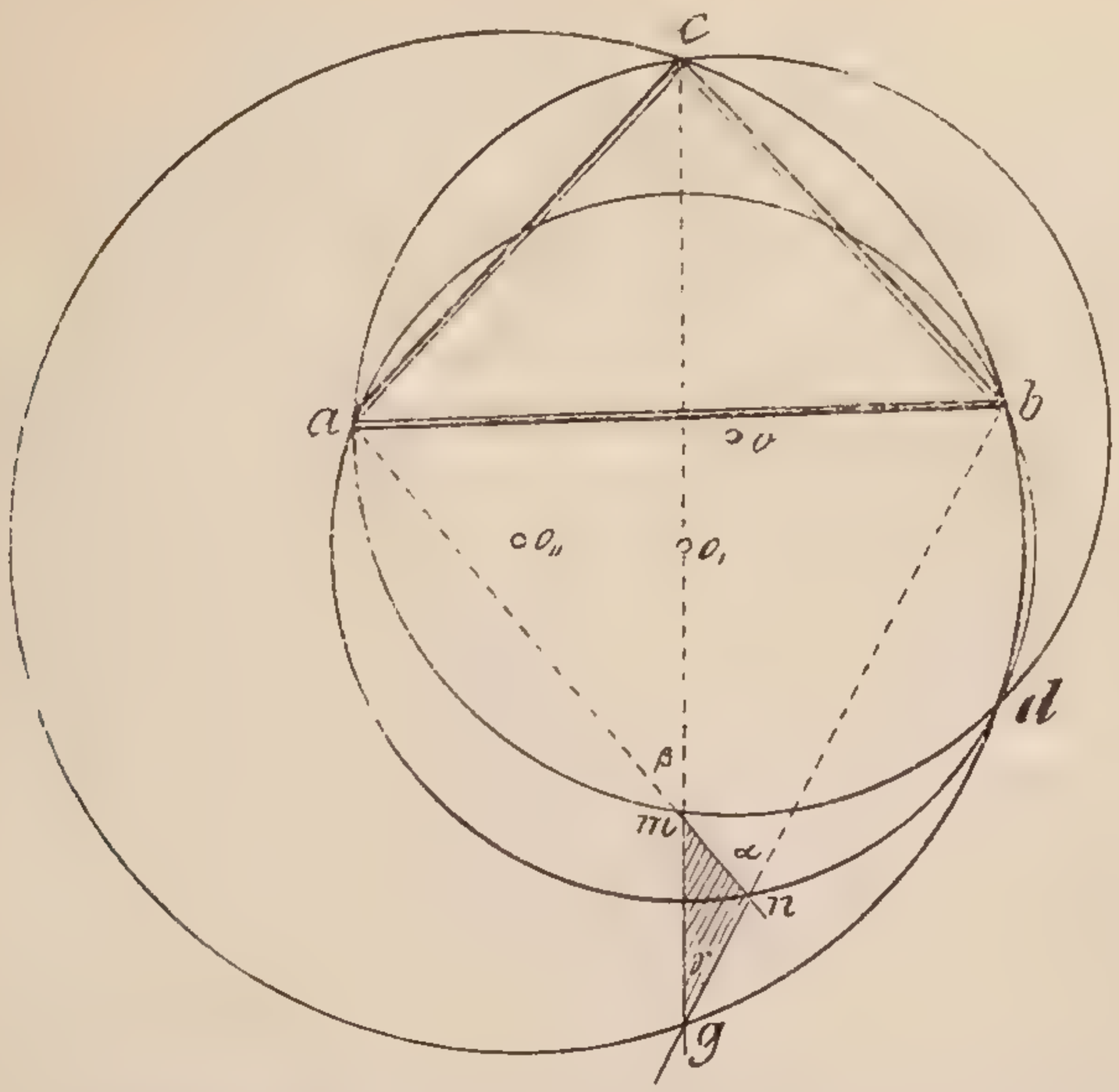
c) Methode mittelst des Arcographen von Arbter.

Gestützt auf den Lehrsatz „Der zu bestimmende Punkt *d*, Fig. 163, liegt im Durchschnitte jener drei Kreise, deren jeder durch die Endpunkte einer Dreiecksseite *a b*, *a c*, *b c* und durch diejenige der Spitzen *m*, *n*, *g* des Fehlerdreieckes geht, welche der Scheitel des der Seite zugekehrten Winkels ist", — könnte *d* durch Construieren der Kreise bestimmt werden. Der Schnittpunkt dieser drei Kreise bildet den Standpunkt, da die Winkel, welche dieser Punkt mit *a*, *b*, *c* einschließt, keine anderen sind als $\alpha\,\beta\,\gamma$, die als Peripheriewinkel längs der Kreisperipherien bewegt wurden.

Um jedoch die Mittelpunkte *o*, o^{I}, o^{II} der zu construierenden Kreise (Fig. 163) zu finden, müsste man die bekannten Constructionen durchführen, welche Arbeit durch ein sehr sinnreiches Instrument, „Arcograph von Arbter" erspart wird.

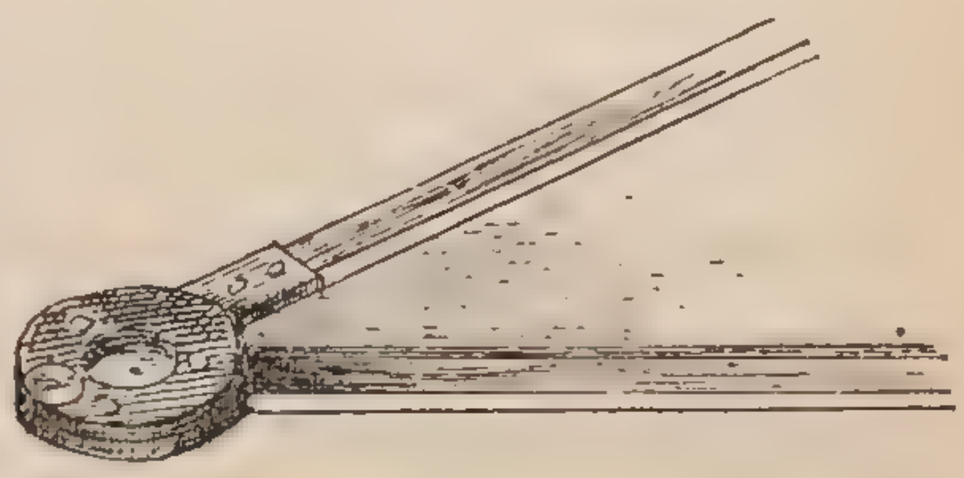
Im Principe besteht derselbe aus zwei charnierartig verbundenen Linealen. Im Drehungsmittelpunkte derselben befindet sich eine durchlöcherte Glasscheibe. (Fig. 164.)

Fig. 163.



Beim Gebrauche legt man die Durchlochung der Glasscheibe über einen Punkt des Fehlerdreieckes (Fig. 163 *m*), die Lineale an zwei zugehörige Punkte des gegebenen Dreieckes (*a c*), in welche Pickiernadeln gesteckt werden. Nun bewegt man das durch die Klemmschraube festgestellte Instrument so, dass die Lineale mit den Pickiernadeln stets in Contact bleiben und beschreibt mit einem durch die Glasdurchlochung gesteckten Bleistift den Kreisbogen in der nöthigen Länge.

Fig. 164.



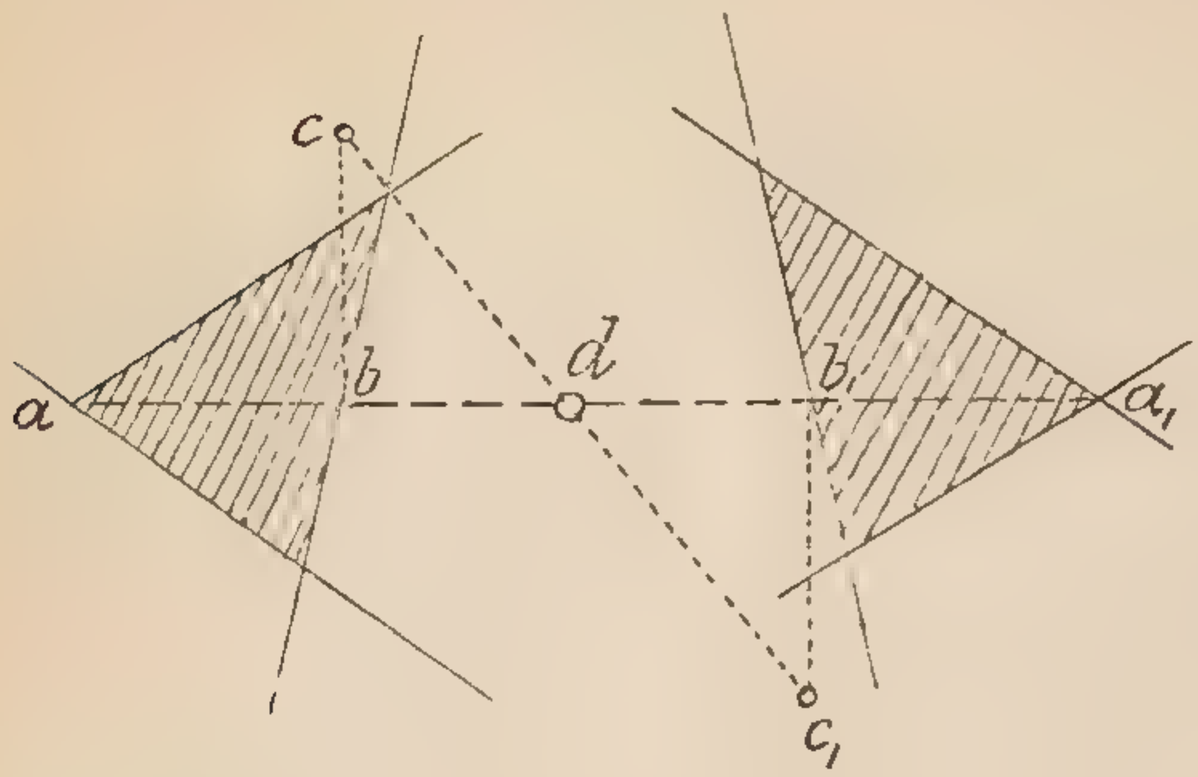
Desgleichen verfährt man mit den zwei übrigen Dreiecken.

d) Methode von Netto.

Hat man bei desorientiertem Tische ein Fehlerdreieck erhalten und nach Lehmann die Lage von *d* beurtheilt, so verrückt man den Tisch absichtlich nach der entgegengesetzten Seite und zieht abermals Rayone zurück, wodurch man ein zweites Fehlerdreieck erhält.

Man verbinde die vis-à-vis befindlichen Scheitelpunkte der Fehlerdreiecke $a\,a_1$ (Fig. 165) und trage die Abstände $a\,b$ und $a_1\,b_1$ in b und b_1 senkrecht auf, wodurch man die Punkte $c_1\,c^{\mathrm{I}}$ erhält.

Fig. 165.



Verbindet man c und c^{I}, so erhält man den Schnittpunkt d, welcher, mit dem gegebenen Dreieckspunkt c verbunden, den Orientierungsrayon gibt.

Vergleiche die Methode nach dem Hilfspunkte.

e) Praktische Winke für das Rückwärts-Einschneiden.

Trotzdem sich die Theorie des Rückwärts-Einschneidens sehr einfach gestaltet, geschieht es oft in der Praxis, dass man längere Zeit braucht, um den Standpunkt zu bestimmen, was einerseits seinen Grund in den immerhin mangelhaften Instrumenten oder im Zusammentreffen ungünstiger Umstände hat.

Es wird deshalb nicht unvortheilhaft sein, folgenden Vorgang einzuhalten:

1. Orientierung nach der Boussole und zwar so genau als möglich bei Aufopferung einiger Minuten, solange bis die Magnetnadel völlig in Ruhe ist, wobei man darauf zu achten hat, dass man bei zugemachtem linken Auge senkrecht über die Nadel sehe.
2. Man beobachte, ob man sich nicht auf der Kreisperipherie oder in der Nähe derselben befindet. Ist dies der Fall, so wähle man einen anderen Punkt als dritten Dreieckspunkt, wodurch ein anderes Dreieck entsteht.
3. Erhält man ein Fehlerdreieck, so frage man sich, auf welcher Seite des mittleren Rayons der Standpunkt hinfallen wird. (Lehmann'sche Methode.)
4. Man ziehe die drei Kreisbögen so wie mit dem Arcographen oder einen Kreis und die Parallele analog der Methode mit dem Retrosector und zwar mit freier Hand.
5. Man orientiere vom erhaltenen Standpunkte aus nach den gegebenen Punkten und ziehe, falls die Orientierung nicht stimmen sollte, abermals Rayone zurück.

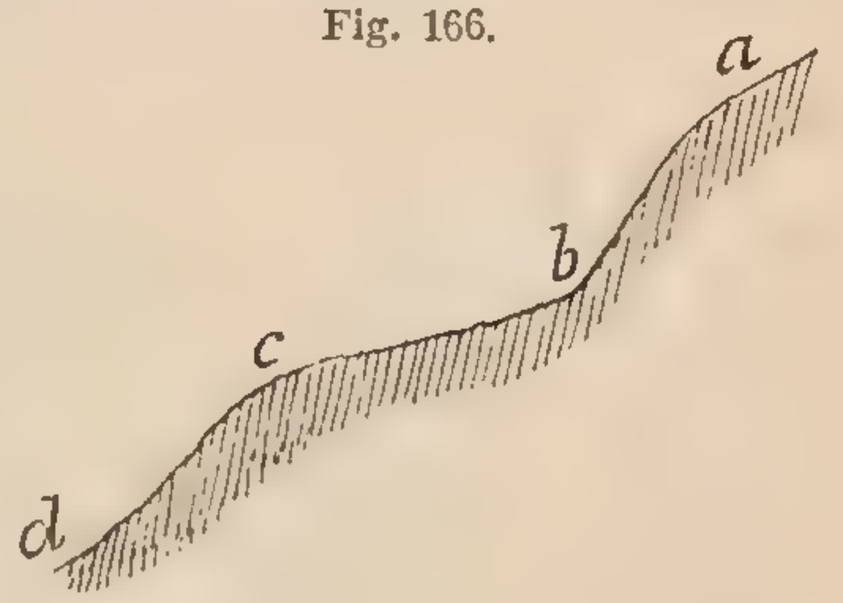
Anmerkung: Überträgt man auf ein aufgespanntes Detaillierbrett die vier Ecken eines Lehrsaales in verjüngtem Maße, so kann man selbst im Winter die Grundoperationen mit dem Messtische im Zimmer praktisch durchnehmen.

64.

Es sind die Böschungswinkel einer im Profil sich zeigenden Terrainform zu messen. (Fig. 166.)

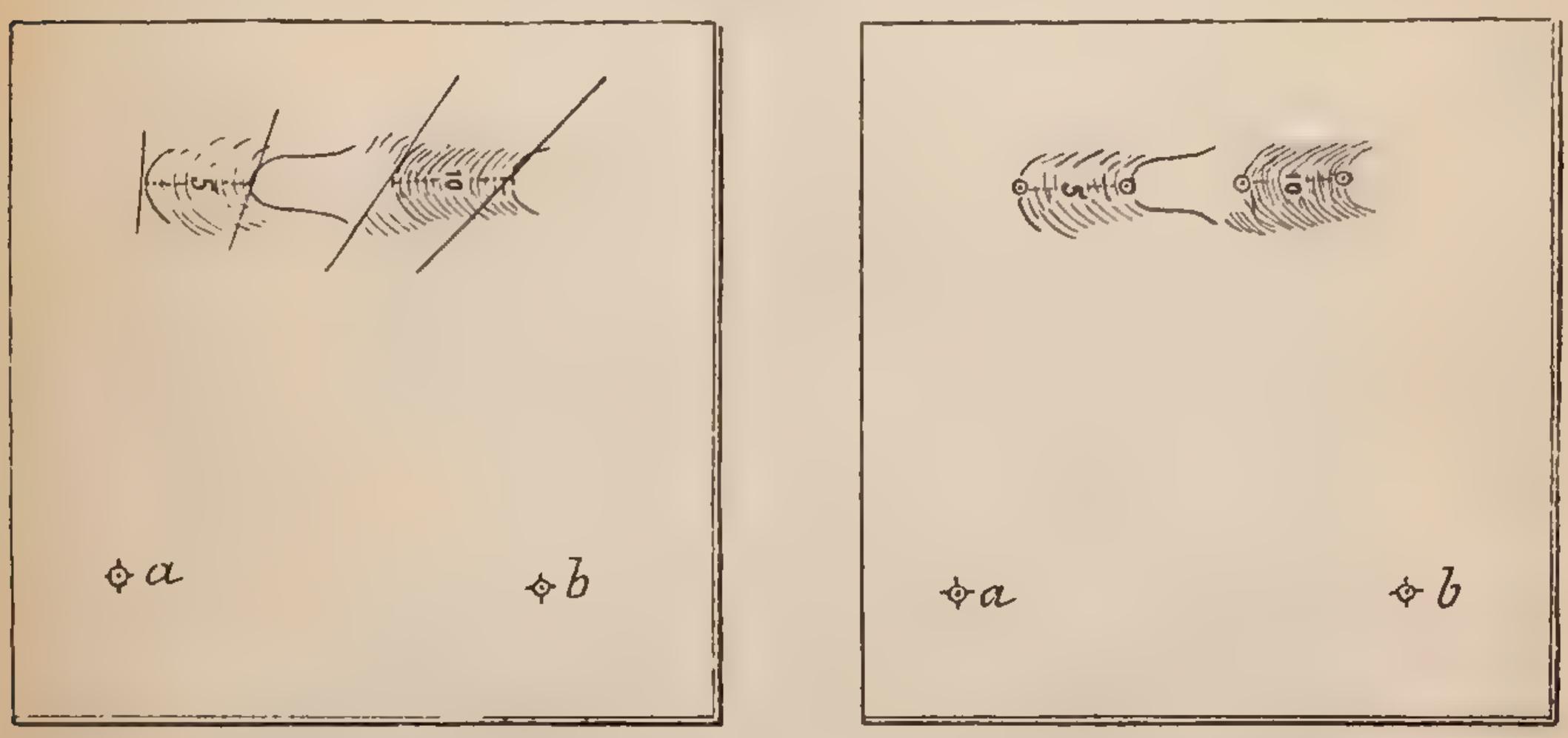
Zu allererst werden die Punkte *a b c d*, wo Böschungsübergänge stattfinden, anrayoniert und hierauf deren Distanz geschätzt.

Fig. 166.



In der entsprechenden Entfernung vom Standpunkte werden die Böschungsübergänge zwischen den Rayonen mit einer Linie (siehe Aufgabe 44) markiert, die Terrainform eventuell skizziert. Die genaue Feststellung der Punkte erfolgt später mittelst des Vorwärts-Abschneidens; wichtig ist jedoch, das Distanzschätzen so genau als möglich durchzuführen, da man sonst später die ganze Skizze weglöschen und übertragen müsste.

Fig. 167.

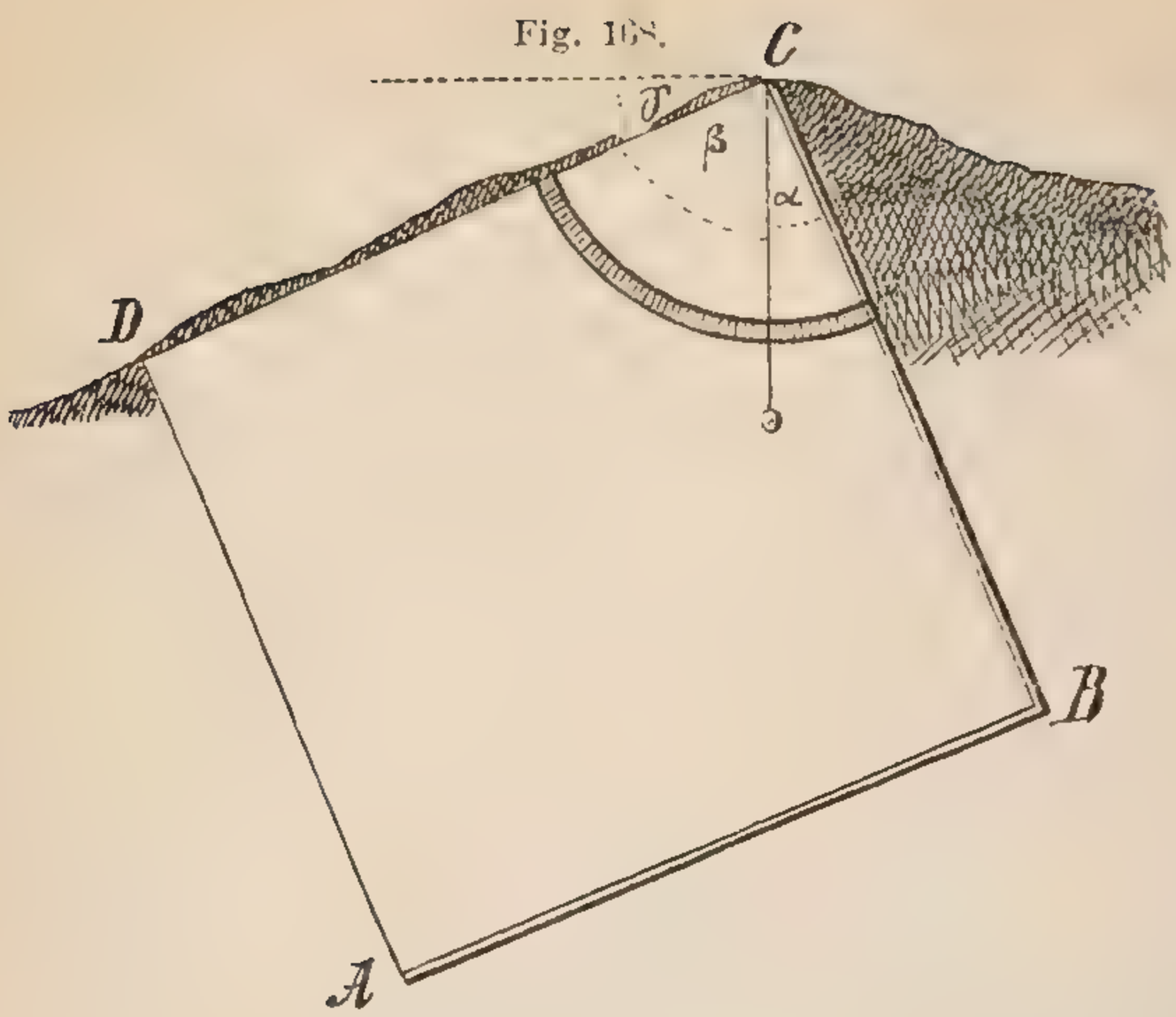


Die Skizzierung erfolgt mit einfachen Linien, welche nur für den vorübergehenden Bedarf dienen sollen. Sobald die Punkte trianguliert sind, werden sie mit einer Pickiernadel durchstochen und eingeringelt. (Aufgabe 61.) (Fig. 167.)

Diese gemessenen Böschungswinkel werden nach bewirkter Tagesarbeit auf der Punktoleate, wo sich alle der Höhe nach gemessenen Punkte befinden, übertragen.

Zum Messen der Böschungswinkel dient ein Quadrant mit Senkblei, welches an einer Ecke der unteren Fläche des Detaillierbrettes angebracht ist. (Fig. 168.)

Fig. 168.



Beim Messen halte man eine Randlinie des Detaillierbrettes (DC Fig. 168) in der Richtung der sich im Profile zeigenden Linie der Terrainform. Der $\sphericalangle \alpha$ ist dann gleich dem Böschungswinkel γ,

da $\alpha + \beta = 90^0$ und

$\beta + \gamma = 90^0$

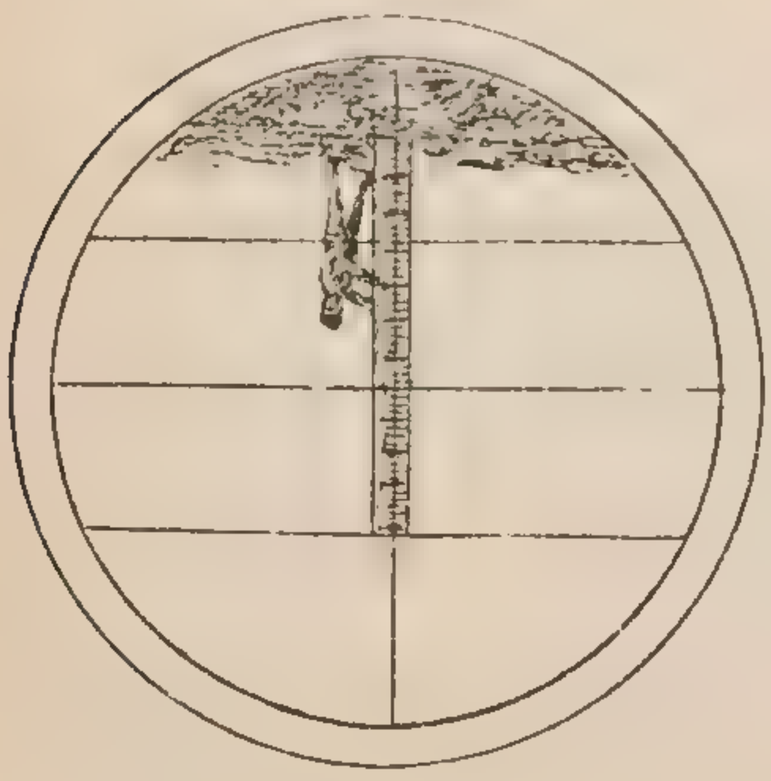
Hätte man in der Fig. 168 den Abhang rechts zu messen, so müsste man die Randlinie BC in die Richtung der Terrainform bringen, die weitere Messung des Winkels geschieht in demselben Sinne wie vorhin erwähnt wurde.

65.

Es sei die Distanz vom eigenen Standpunkte bis zu einem anderen Punkte mittelst des Höhenmessers zu bestimmen.

Man schickt zu dem zu bestimmenden Punkte einen Handlanger mit einer Nivellierlatte und richtet das Fernrohr auf dieselbe ein. (Fig. 169.)

Fig. 169.[1])



Hierauf wird die Anzahl der Centimeter, welche auf der Latte zwischen dem oberen und dem unteren Fadenkreuz gesehen werden, abgelesen.

Diese Ablesung gibt die gesuchte Distanz in Metern an. Diese Art der Distanzbestimmung bildet die Grundlage zu einer verbesserten Aufnahmsmethode, welche bei der Militärmappierung eingeführt wird.[2])

[1]) Bei astronomischen Fernrohren erscheint das Bild verkehrt.

[2]) Diese Art der Aufnahme wurde ein Jahr hindurch erprobt; in Görz und Umgebung führt bereits eine Mappierungsabtheilung seit Mai 1896 die Arbeit in diesem Sinne durch.

Diese in jeder Beziehung hervorzuhebende Methode wird im wesentlichen folgendermaßen durchgeführt:

Der Mappeur erhält auf Zeichenpapier die Ränder seines Sectionsviertels, überdies das vollständige Catastergerippe im Maße 1 : 25.000 pantographiert.

Es erscheinen somit auf demselben alle Culturen, alle Wasserlinien und Communicationen, die Ortschaften und einzelne Häuser, sowie die vom Cataster gemessenen Höhenpunkte und Signale.

Mit diesem Grundmateriale ausgerüstet, kann der Mappeur sofort, ohne vorher triangulieren zu müssen, seine Arbeit beginnen.

Die Reduction des Catastergerippes hat den großen Vortheil, dass kleine Fehler, welche eventuell in demselben enthalten wären, bei der Verkleinerung verschwinden, so dass jede Feldecke zumeist ebenso genau als Ausgangspunkt für die weitere Arbeit dienen kann, wie ansonsten Signale oder andere bei der Triangulierung bestimmte Punkte.

Es wird jedoch eine erste Obsorge des Mappeurs sein, bei jedem Standpunkte das übertragene Gerippe mit Bezug auf die Richtigkeit zu prüfen.

Würde man im Laufe der Arbeit auf fehlerhaft bestimmte Punkte stoßen, so müssten dieselben durch Vorwärts-Abschneiden neu bestimmt werden.

Außer den erwähnten Behelfen erhält jeder Mappeur einen photographischen Schwarzdruck der Original-Aufnahmssection, welche ihm lediglich als Orientierung während der Arbeit dienen soll.

Im Sinne des früher kurz erwähnten Vorganges bei der Bestimmung der Punkte, hat jeder Mappeur circa 1000 Punkte per Sectionsviertel der Lage und gleichzeitig der Höhe nach zu bestimmen; es liegt somit auf der Hand, dass die gelegten Schichtenpläne selbst dann Anspruch auf absolute Richtigkeit haben, wenn auch die Schraffierung des Terrains aus irgend einem Grunde mangelhaft durchgeführt worden wäre.[1])

Eine Section kann auf diese Weise trotz der hohen Genauigkeit binnen 6 Monaten Feldarbeit fertiggestellt werden.

In bewaldetem Boden, wo an und für sich detailliert wird, gewährt dieser Vorgang den großen Vortheil, dass die Punkte nicht auf Grund des Schrittmaßes bestimmt werden, wodurch gleichzeitig

---

[1]) Vor Einführung des verbesserten Arbeitsvorganges genügten im Durchschnitte 200 der Höhe nach bestimmte Punkte zum Schichtenlegen.

auch die barometrisch gemessenen Höhenpunkte einen höheren Wert erlangen.

Sobald der Mappeur über den aufzunehmenden Rayon orientiert ist, entwirft er sich einen Arbeitsplan. Es sei hier bemerkt, dass ein solcher Arbeitsplan bei jedem im Laufe der Arbeit genommenen Standpunkte mit Bezug auf die nächste Umgebung zu verfassen ist und dass jede Minute, welche der sorgfältigeren Verfassung desselben geopfert wird, sich später mit riesigem Vortheile einbringen lässt.

Die nächste Obsorge wird jene sein, den Handlangern die Bedeutung der Winke oder Zeichen, die im Laufe dieses Arbeitsvorganges nothwendig sind, bekanntzugeben, z. B.:

Auf einen schrillen Pfiff:		Stehen bleiben, Latte vertical halten. Bei Gebüschen etc. sich seitwärts derselben aufstellen!
Auf zwei schrille Pfiffe:		Weitergehen bis zum nächsten Standpunkte!
„ drei	„ „	Zurückgehen zum früheren Standpunkte!
„ vier	„ „	Einrücken!

Sobald der Mappeur auf einem günstigen Punkte angelangt ist, wird er sich fragen müssen, welche Partien mittelst Triangulierung und welche mit der Latte aufgenommen werden sollen.

Es liegt nahe, dass steile, bewaldete Partien in dem erwähnten Sinne nicht aufgenommen werden können, weshalb hier die Punkte trianguliert werden müssen, worauf das Terrain vis-à-vis gezeichnet wird. Bis zu einer gewissen Grenze leistet diesbezüglich die Photogrammetrie vorzügliche Dienste.

Auf Grund seiner gefassten Entschlüsse (Arbeitsplan) bezeichnet der Mappeur dem Handlanger jene Punkte, wo er mit der Latte Aufstellung zu nehmen hat.

Man gebrauche dabei die Vorsicht, dem Handlanger die Richtung der bezeichneten Punkte mittelst des Diopterlineales zu zeigen.

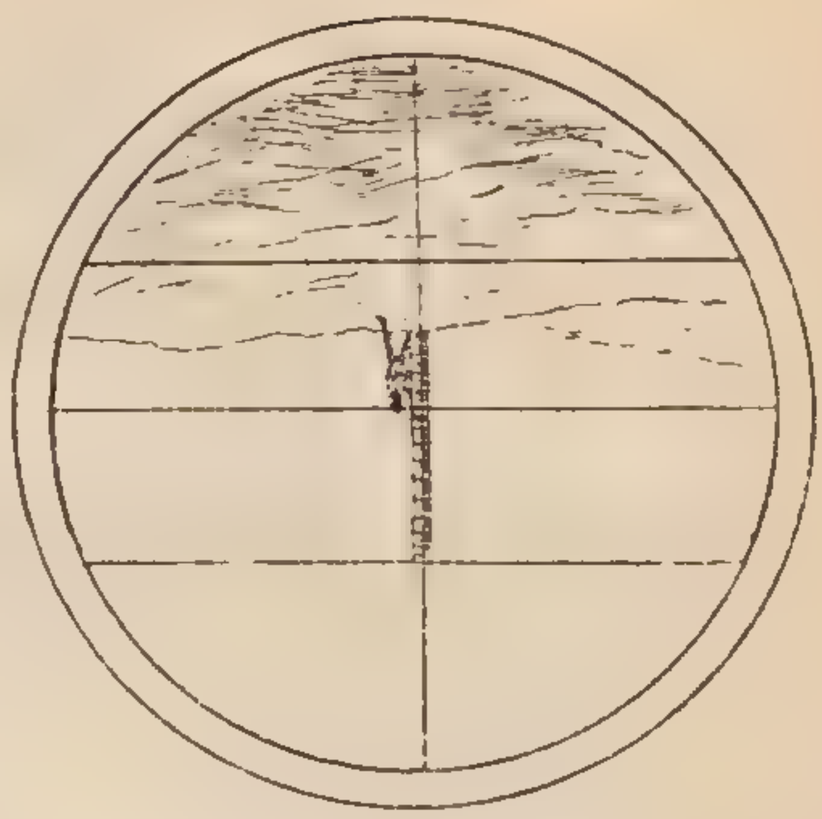
Währenddem sich der Handlanger zum ersten Punkte begibt, kann das Catastergerippe der Umgebung in Bezug auf seine Richtigkeit überprüft werden.

Als Grundsatz gilt, dass man immer den oberen Rand der Latte auf dem Fadenkreuz aufsitzen lässt. (Fig. 169.) Sobald aber der Handlanger über 400 *m* entfernt ist, erscheint die Latte zu klein, um die Ablesung im vorerwähnten Sinne zu machen, weshalb man in diesem Falle nur jenen Theil nehmen wird, welcher zwischen dem mittleren und dem unteren Fadenkreuze liegt (Fig. 170). Um die

Distanz in Metern zu erfahren, muss man nun die abgelesenen Centimeter mit 2 multiplicieren.

Diese Art der Punktbestimmung kann nur bis 800 *m* Entfernung erfolgen, da man weiter hinaus nicht mehr imstande ist, die Lattenablesung zu machen.

Fig. 170.



Je nach der Schärfe des Auges des Beobachters wird schon auf kürzere Entfernungen eine genaue Ablesung der Centimetereintheilung nicht mehr möglich sein.

Im Durchschnitte kann man jedoch bis 400 *m* die Centimeter ablesen, bis 600 *m* die Decimeter genau und die Centimeter schätzen, über 600 *m* ist ein Fehler bis etwa 3 *cm* möglich.

Die Fehlergrenze reicht bei diesem Arbeitsvorgange somit bis zu 6 *m*.

Für die Bestimmung der Punkte der Höhe nach bleibt dieser Fehler belanglos.

Mit Rücksicht auf die Genauigkeit der Messung (dieselbe wird in beiden Kreislagen durchgeführt) und auf die große Anzahl der Punkte werden dieselben nicht controliert.

Wurde auf die erwähnte Weise die Distanz zu einem Punkte gemessen, so wird die Latte mit dem Diopterlineale anvisiert.

Zu demselben gehört noch ein verschiebbarer Maßstab mit einem Nonius [1]) und einer Pickiernadel. (Fig. 171.)

Wird der Nonius vor dem Visieren auf die durch Rechnung erhaltene Distanz eingestellt, so braucht man nur die ganze Pickiervorrichtung auf dem Diopterlineal solange zu verschieben, bis b_1 an der im Standpunkte eingesteckten Pickiernadel anliegt, worauf der Punkt durch Drücken auf *k* mit der Nadel *l* durchstochen wird.

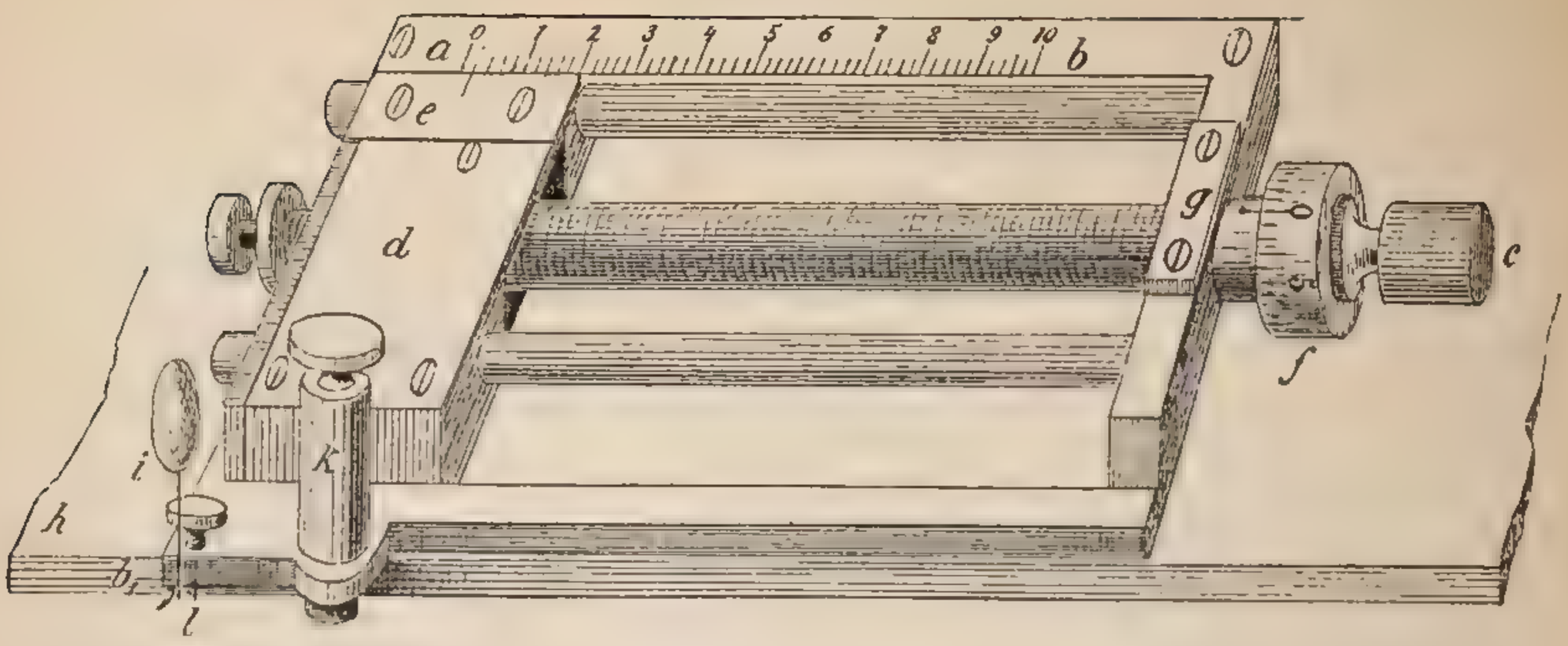
Diese Pickiervorrichtung, welche in Fig. 171 abgebildet erscheint, ersetzt somit dem Mappeur das Ziehen der Rayone mit Bleistift und das Auftragen der Distanzen mit Zirkel.

Aus der umstehenden Tabelle kann man die Führung des Manuales ersehen.

---

[1]) Die eigentliche Bezeichnung ist „Messschraube". Gegenwärtig ist eine Änderung in der Construction in Aussicht.

Fig. 171.



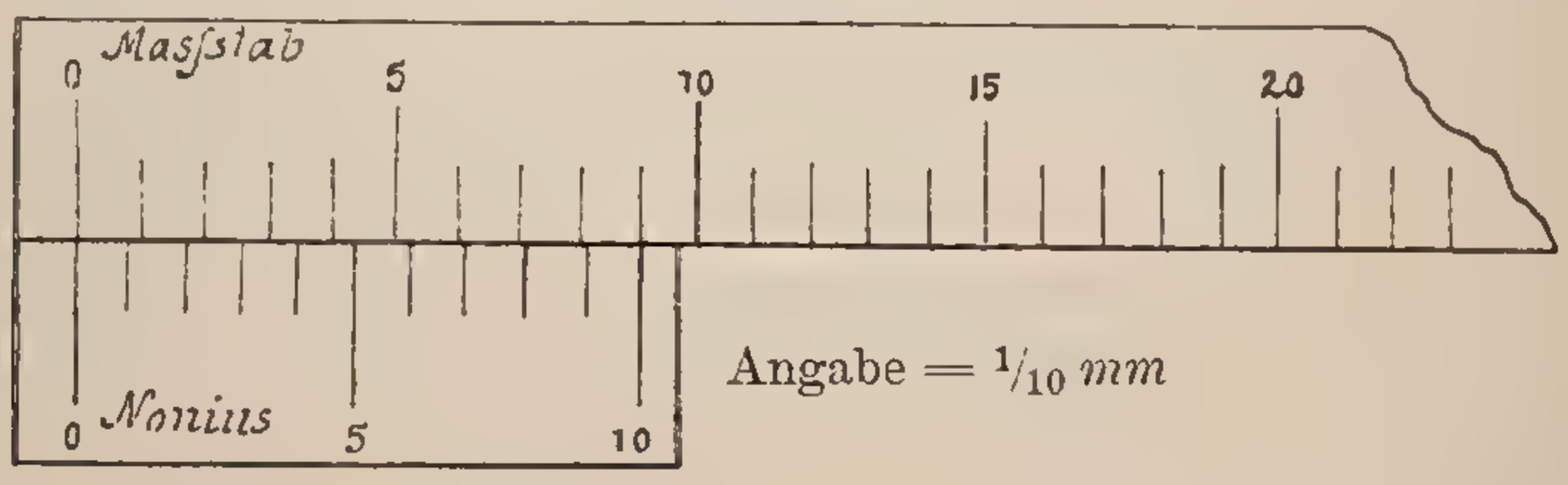
a, *b* Maßstab 1 : 25.000 bis 1000 *m*;
c, *d* Messschraube;
e, *g* Einstellmarke;
f Theilstriche von Meter zu Meter bis zu 20 *m*. Bei einer ganzen Umdrehung schreitet die Einstellmarke bei *e* um einen Theilstrich vor;
h Diopterlineal;
i Pickiernadel;
k Pickiervorrichtung;
l Pickiernadel;
b_1 Anschlagarm.

Bekanntlich ist der Nonius ein Instrument, mittelst welches man imstande ist, selbst ganz geringfügige Maßtheile mit Genauigkeit abzulesen.

Der Nonius basiert auf dem Principe, dass, wenn von einem Maßstabe (Längen- oder Bogenmaßstab) x Theile auf einem Nonius aufgetragen und diese Strecke in $x + 1$ oder $x - 1$ Theile eingetheilt wird, jeder so gewonnene Theilstrich um ein $(x + 1)^{tel}$ kleiner, respective um $(x - 1)^{tel}$ größer wird als ein Theilstrich des Maßstabes, welche Differenz die „Angabe des Nonius" genannt wird.

Würde beispielsweise in der Fig. 172 ein Theilstrich des Maßstabes gleich einem Millimeter sein, so müsste, da 9 Theile in 10 Theile auf dem Nonius eingetheilt wurden, jeder Theilstrich des letzteren um $^1/_{10}$ *mm* (Angabe des Nonius) kleiner sein als ein Theilstrich des Maßstabes.

Fig. 172.



Um die Angabe eines Nonius zu finden, frage man sich zuerst, wie groß der kleinste Theilstrich des Maßstabes sei.

Hierauf dividiere man den kleinsten Maßstabtheil durch die Anzahl der Noniustheilstriche.

Datum: $^{21.}/_{5.}$

Standpunkt und Visurhöhe $H + JH$							1 Wegkreuzung 234·8 + 1·3 = 236·1·											
Anvisierter Punkt							2. Felddecke —					3. Rast —				4. † am Sattel Querbalken			
Kreislage																			
links	Lattenablesungen in *cm* am	ob.	Faden		Schräge Distanz in Meter		400					400				.			
		mittl.					337			130		35		365 730		.		.	
		unt.					270					.				.			
	Nonius																		
	1	+	+	°	′	″	+	0 2	51	.		+	2	3	.	—	1	7	30
	2		+				+	2	51	30		+	2	1	30	—	1	7	.
rechts	Lattenablesungen in *cm* am	ob.	Faden		Schräge Distanz in Meter		400					400				.			
		mittl.					336			130		35		365 730		.		.	
		unt.					270					.				.			
	Nonius																		
	1	+	+	°	′	″	+	0 0	19			+	4	37	.	—	1	8	30
	2		+				+	0	18	30		+	4	35	.	—	1	8	30
Winkel im Mittel		+		°	′	″	+	0 1	36			+	0 3	19	.	—	1	8	.
Schräge Distanz im Mittel							in Meter	130				730				.			
Reduction								.				2				.			
Horizontale Distanz								130				728				1300			
Berechnung des Höhenunterschiedes								279 8380 3·6280				4057 1159 4636 42·1926				593 198 25·73			
$\pm U$								+ 3·6		— .		+ 42·2		— .		+ .		— 25·7	
$+D \quad \| \quad -ZH$										3·4		.		0·4		0·1		3·4	
Summe								3·6		3·4		42·2		0·4		0·1		29·1	
$\pm h$								0·2		.		41·8		.		.		29·0	
Absolute Höhe des Punktes = H								236·3				277·9				207·1			

Wäre z. B. auf einem Limbus der kleinste Theil gleich 30^{I} und der Nonius in 6 Theile eingetheilt, so wäre die Angabe $30^{I} : 6 = 5^{I}$.

Zum Ablesen merke man sich:

Man zählt vom Nullpunkte des Maßstabes bis zum Nullpunkte des Nonius die Maßeinheiten auf dem Maßstabe selbst.

Ein übrigbleibender Rest wird auf dem Nonius abgelesen, und zwar zählt man vom Nullpunkte desselben solange weiter, bis ein Theilstrich des Nonius mit einem des Maßstabes übereinstimmt.

Diese so gefundene Anzahl der Theilstriche wird mit der Angabe des Nonius multipliciert und zur Ablesung des Hauptmaßstabes addiert.

Siehe Fig. 173 und Fig. 174.

Fig. 173.

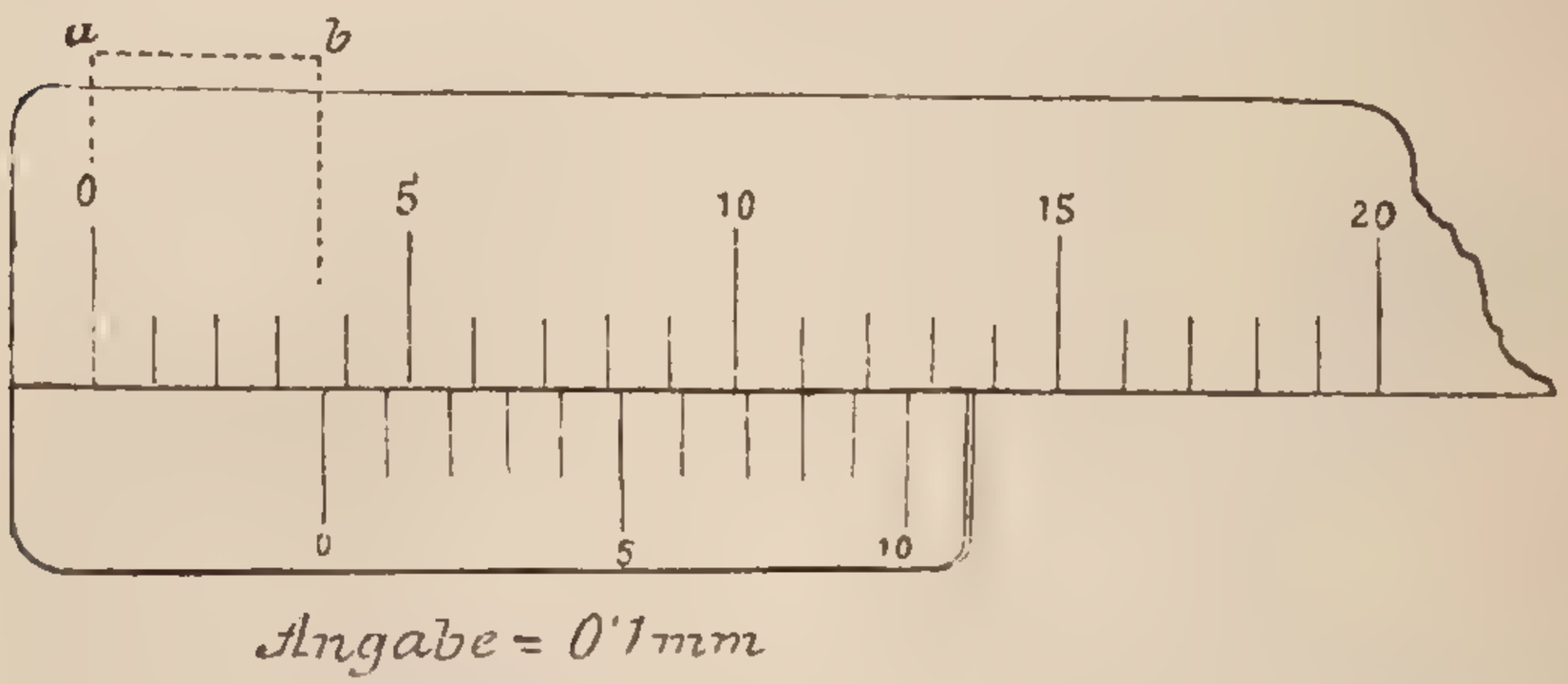
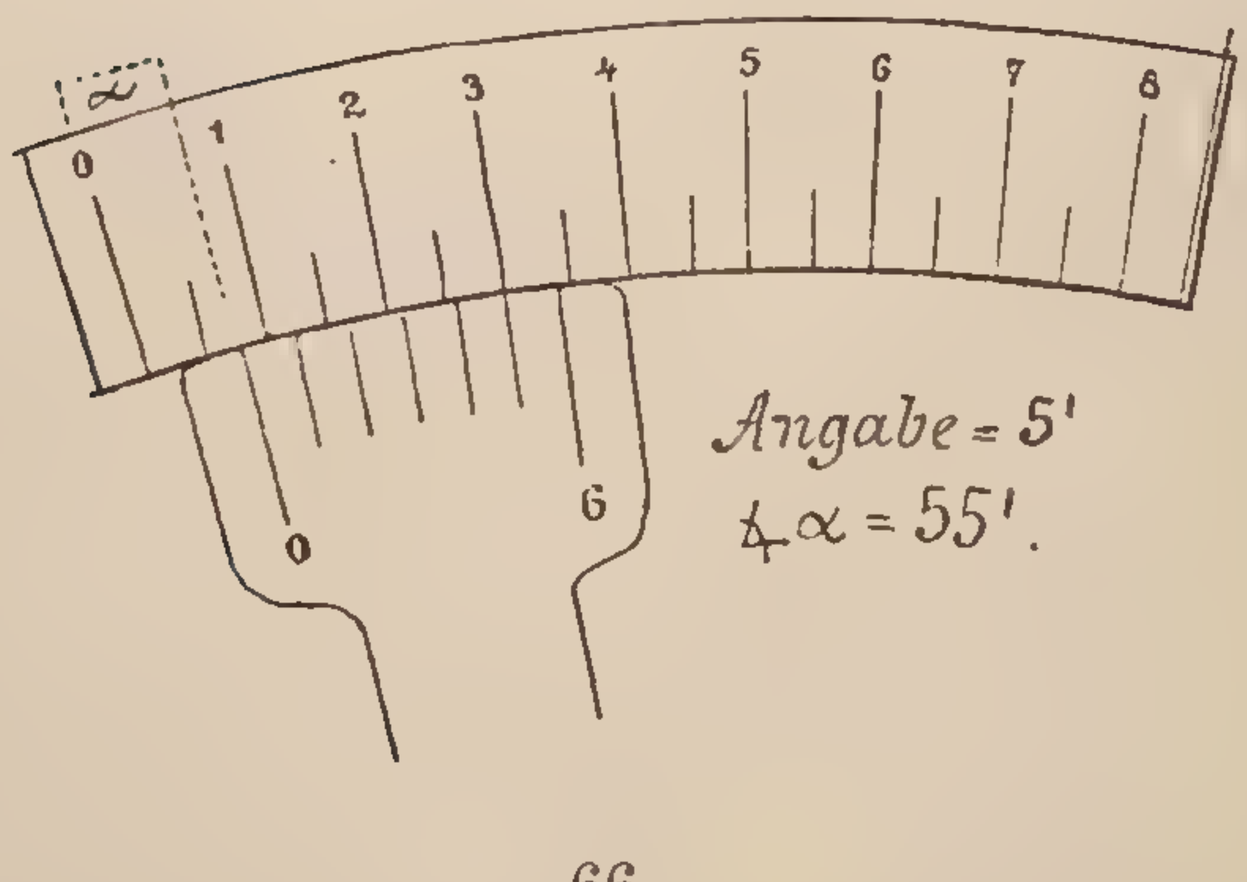


Fig. 174.



66.

Für eine durchzuführende Übungsmappierung sind die Punkte I, II und III (Fig. 182) **gegeben.**

Es ist auf Grund der landschaftlichen Skizze (Fig. 183) **die Arbeit des ersten Standpunktes durchzuführen. (Siehe Vorwort.)**

Es wird nicht unnütz sein, an dieser Stelle alle jene Vorarbeiten kurz zu erwähnen, welche der Triangulierung auf dem ersten Standpunkte vorangehen.

Nothwendige Instrumente und Behelfe.

1 Detaillierbrettchen mit Stativ und Überzug aus Wachsleinwand,
1 Diopterlineal,
1 Wankaboussole,
1 Zirkel,
1 Metermaßstab aus Holz,
Bleistifte Nr. 3, 4 und 5,
1 Taschenmesser,
1 Bleistiftfeile,
1 Radiergummi,
Circa 15 Stück Pickiernadeln,
1 Leinwandoleate,
Oleatenpapier,
1 Notizbuch,
Siegellack zur Erzeugung der Köpfe für die Pickiernadeln,
Lineal,
Zeichenfedern (Gilott Nr. 170) sammt Federstiele,
Tusch und Tuschschale,
Zeichenpapier,
Höhenmessbücher,
Tangententafel, (siehe Anhang)
1 Höhenmesser,
1 Aneroidbarometer.

Zimmerarbeit als Vorarbeit.

Zuerst werden die Instrumente bezüglich ihrer Mängel untersucht, um einen eventuellen Austausch noch vor der eigentlichen Arbeit bewirken zu können.

Hierauf wird das Detaillierbrettchen hergerichtet.

Zum Ausspannen des Papieres bedient man sich eines zu Schnee geschlagenen Eiweißes, wobei zu achten ist, dass der sogenannte Hahnentritt[1]) sich mit dem geschlagenen Schnee nicht vermenge, da das Zeichenpapier ansonsten sehr schwer oder gar nicht vom Brettchen wieder losgelöst werden kann.

---

[1]) Der dichtere Theil des Eiweißes.

Mit dem geschlagenen Schnee streicht man zuerst das Brett an, lässt es trocknen, hierauf wird es noch einmal dick mit Schnee überstrichen und das Papier darübergelegt. Man überdeckt nun das Brett mit reinem Löschpapier und streicht gleichmäßig solange von der Mitte zu den Rändern, bis das Zeichenpapier vollkommen befestigt ist und keine Luftblasen zeigt.

Hierauf beschwert man das Brett (am besten mit einem zweiten Brettchen und schweren Gegenständen) und lässt es einige Stunden liegen, während welcher Zeit man sich mit der Herrichtung der Pickiernadeln und der Signale beschäftigen kann.

Ist dies geschehen, so versieht man das Detaillierbrettchen mit einem Rand von Glanzpapier, damit das Zeichenpapier während der Arbeit nicht abgestoßen wird, worauf man zur Befestigung der Boussole an einer Ecke des Brettchens schreiten kann.

An den vier Rändern des Zeichenpapieres construiert man sich, nachdem die Größe der zu arbeitenden Section übertragen wurde, vier Schrittmaßstäbe. (Fig. 175.)

Im Maße 1 : 12.500, in welchem die Übungsmappierung der Cadettenschulen ausgearbeitet wird, entsprechen $1000^{\times}$, 6 *cm*; $100^{\times}$, 6 *mm*; $20^{\times}$, 1·2 *mm*.

Fig. 175.

Der Rahmen für die zu bearbeitende Section muss so aufgetragen werden, dass eventuelle günstige Aussichts- oder Orientierungspunkte der Nachbarsection auf dem Brette noch Platz finden.

Wäre der Quadrant zum Messen der Böschungswinkel nicht bereits am Detaillierbrette, so müsste ein solcher aufgepickt werden. (Siehe Aufgabe 64, Fig. 168.)

Die Oleaten und zwar eine Cultur-, eine Punkt- und eine Schriftoleate sind im Sinne der vom k. und k. militärgeographischen Institute herausgegebenen „Behelfe für die Anlage der Oleaten" vorzubereiten.

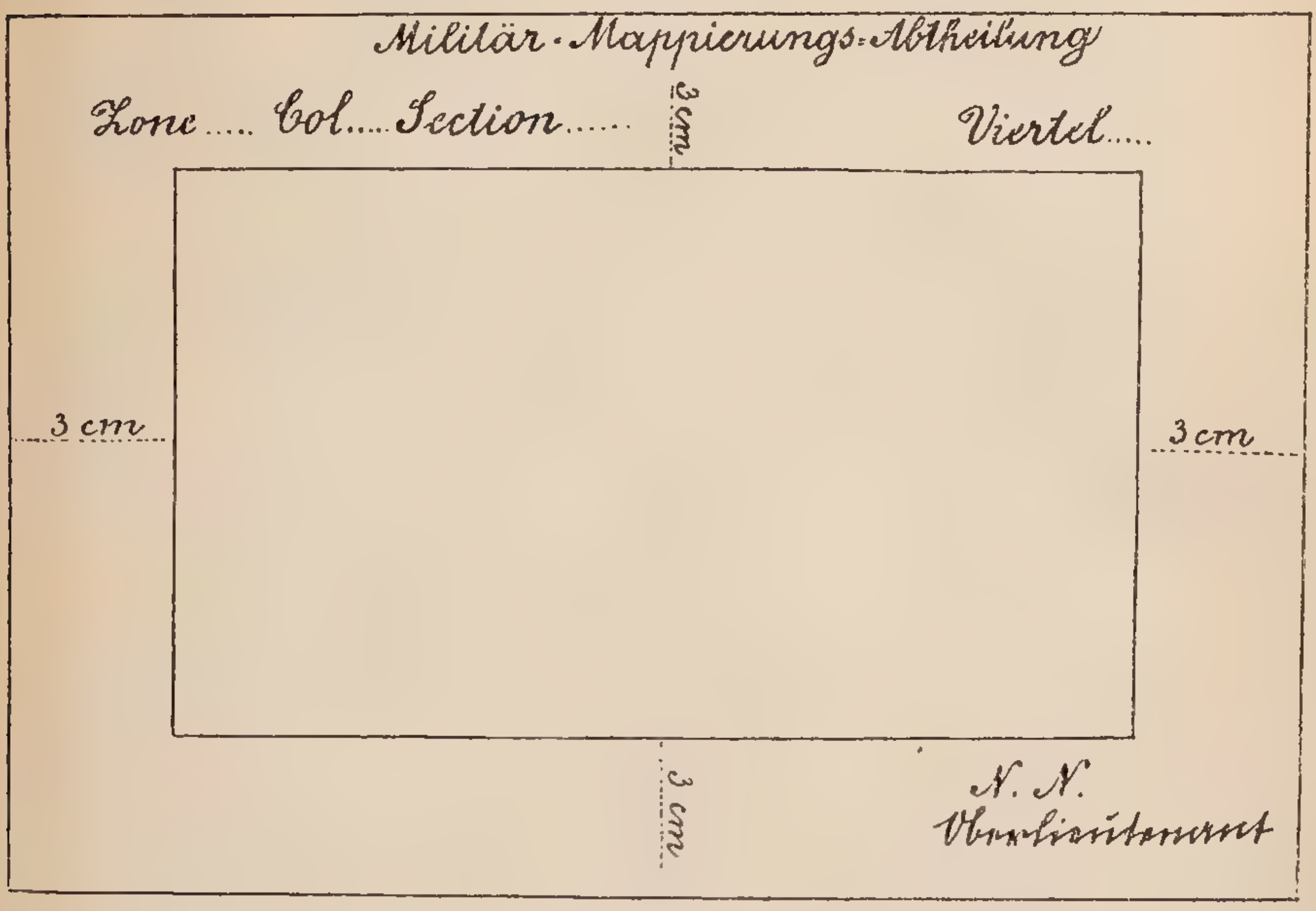
Im Nachfolgenden sind einige Erläuterungen und Beispiele für die Anlage der Oleaten gegeben.

Im allgemeinen.

Alle Oleaten sind in gleicher Größe anzufertigen. Der Rahmen wird mit einer feinen Tuschlinie bezeichnet, über diese Linie muss ein Rand von 3 *cm* frei bleiben.

In die Mitte des Nordrandes ist die Abtheilung, in die linke Ecke die Bezeichnung der Section, in die rechte jene des Viertels und endlich rechts unten die Unterschrift mit Tusche zu schreiben.

Fig. 176.



1. Cultur-Oleate.

Diese wird successive mit der Arbeit auf Strohpapier angefertigt.

Die Culturen werden wie folgt bezeichnet (Fig 177):

Wiese *W*	Wald *a*
Hutweide *H*	Gestrüppe *gs*
Obstgarten *og*	Sandboden *s*
Gemüsegarten *g*	Teiche *t*
Weingarten ⸗	Rohrwuchs *r*
Hopfengarten |_	

Wird eine Cultur von einer Communication, Wasserlinie etc. begrenzt, so ist dies auf der Oleate mit einer feinen Linie zu zeichnen.

Die Revision durch den Unter-Director wird links unten angemerkt, z. B.: Gesehen! N. am . . . ten Juli 18 . . .

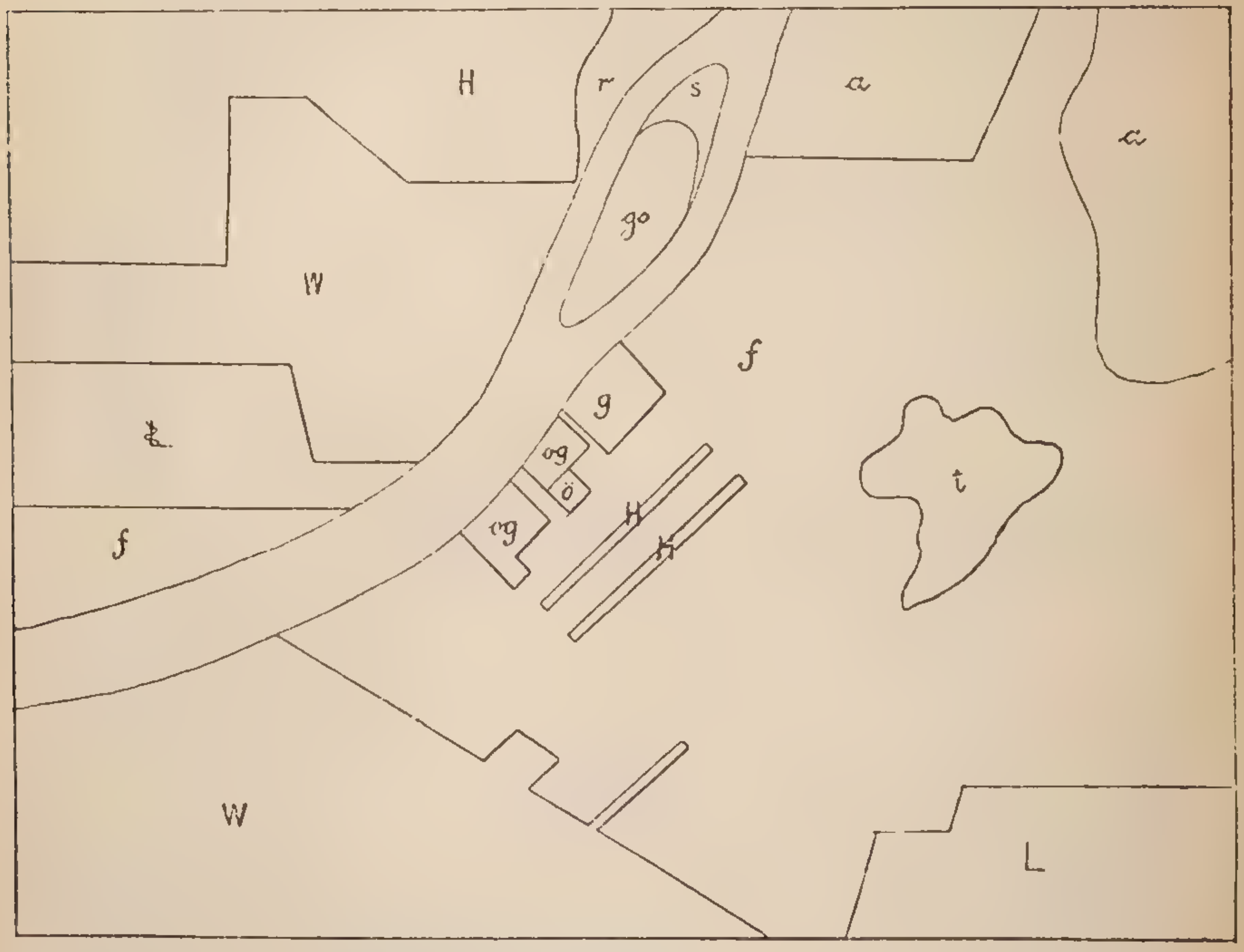
N. N. Major
Unter-Director.

2. Punkt-Oleate.

Diese ist auf Pausleinwand anzulegen.

Die fortlaufenden Nummern der während der Feldarbeit gemessenen Höhenpunkte werden, wie in Fig. 178 ersichtlich, mit Tusche eingetragen.

Fig. 177.



Stand- und Baumsignale werden conventionell bezeichnet.

Trigonometrische Punkte werden roth eingetragen, die Namen derselben werden mit Lateinschrift und schwarz geschrieben.

Bei mehrfach gemessenen Punkten wird die Messungsnummer unterstrichen z. B. $\underline{\underline{6}}$ drei- oder mehrfach gemessen,

$\underline{9}$ doppelt gemessen.

Nach durchgeführtem Ausgleiche der Höhen im Ausgleichsbuche werden die Côten mit „rother Tinte" unterhalb der Messungsnummer, bei trigonometrischen Punkten unter dem conventionellen Zeichen, mit einer Decimale eingetragen.

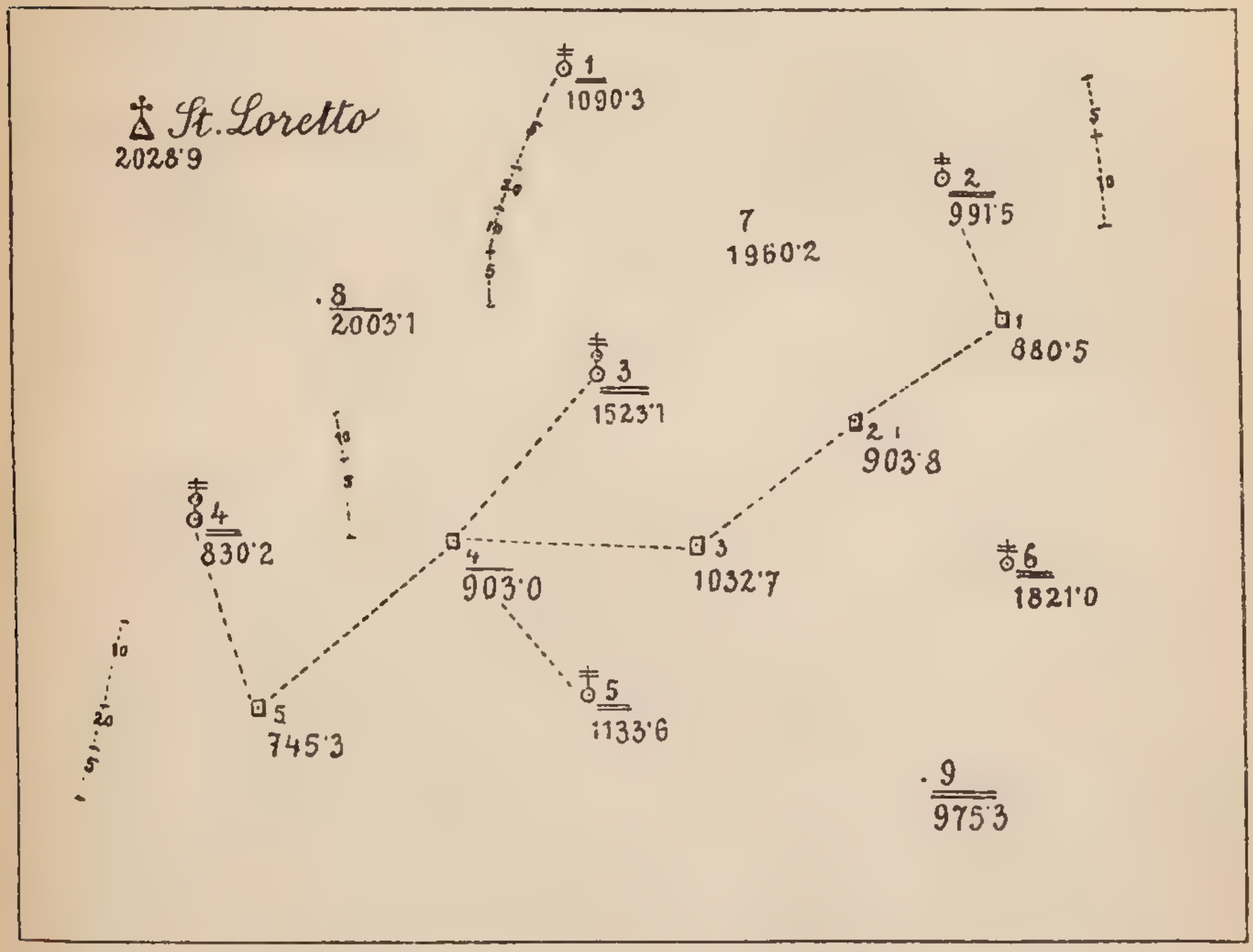
Die Aneroid-Messungen werden zum Unterschiede von den Winkel-Messungen mit blauer Tinte eingetragen, die Côte wird

jedoch wie bei letzteren roth, die Zahlen der Messungen, welche für sich fortlaufend sein sollen, schwarz geschrieben.

Die gemessenen Böschungswinkel mit ihren Anlagen werden blau eingetragen.

Das Eintragen der Punkte soll täglich nach Schluss der Arbeit erfolgen.

Fig. 178.



Wurden Punkte der Nachbar-Sectionen gemessen, so werden sie auf der Oleate ersichtlich gemacht.

Die Vidierung erfolgt im selben Sinne wie bei der Cultur-Oleate.

3. Viertel-Schrift-Oleate.

Diese wird auf Strohpapier angelegt. (Fig. 179.)

Da das Beschreiben der fertigen Arbeit zumeist seitens des bei jeder Mappierungsabtheilung eingetheilten Abtheilungsschreibers erfolgt, muss jeder Name nach der betreffenden Landessprache orthographisch richtig geschrieben sein.

Nach Tafel III des Zeichenschlüssels wird die Gattung und Größe der Schrift mit der bezüglichen Schriftnummer angegeben.

Die Lage für den Anfangs- oder Endbuchstaben oder die Mitte des Namens wird wie folgt bezeichnet:

⌊————————————⌋	gesperrt	
⌊————	Anfang	} des Namens.
————⌋	Ende	
———:———	Mitte	

Die Namen der Gewässer sind blau, jene der Wohnorte roth und alles andere schwarz zu schreiben.

Die Vidierung durch den Unter-Director erfolgt im selben Sinne wie bei der Cultur-Oleate.

Fig. 179.

Recognoscieren.

Um über seinen Arbeitsrayon einigermaßen orientiert zu sein, ist es zweckmäßig, denselben abzugehen.

Bei dieser Gelegenheit entwirft man sich eine Skizze in der Hügelmanier und orientiert sich, wo die gegebenen Punkte (bei der Militärmappierung die △) in der Natur sich befinden, und wo die günstigsten Punkte zur Aufstellung von Signalen sind.

Bei der Militärmappierung werden die △ auf Grund einer vom Triangulator verfassten „topographischen Beschreibung" aufgesucht, wovon hier ein Beispiel folgt:

Topographische Beschreibungen

für die Section N. W. des Gradk. Fundbl. Zone 24, Colonne XIII.

Observations-Prot.-Nr. Epoche und Beobachter	Name der trigonometrisch bestimmten Punkte	diese befinden sich				Topographische Beschreibung der trigonometrischen Station, Gestalt und Ausmaß des darauf befindlichen natürlichen oder errichteten Zeichens
		in dem Kronlande	im Kreise oder Districte	in der Bezirkshauptmannschaft	in den Gemeinden	
	Cerovac		Ogulin		Cerovac	Kirchthurm des Ortes. Fenstersohle des Glockenfensters vom natürlichen Boden 13·84 *m*.
	Hrnetić				Hrnetić	Kirchthurm des Ortes.
	Kamensko		Agram		Kamensko	Kirchthurm des Ortes. Glockenfenstersohle zum natürlichen Boden 14·4 *m*.
	Karlstadt				Karlstadt	Pfarrkirchthurm in Karlstadt.
	Kozinac		Ogulin		Barilović	Signal auf einer ausgezeichneten Höhe südwestlich von Barilović. Auf der Wiese des Nikola Maćinković, 20 Schritte südöstlich von einer einzelnstehenden alten Eiche. Von Barilović über die Brücke, alsogleich rechts längs dem Korana-Flusse zur Mühle und auf einem Fußsteig auf den höchsten Punkt. Von Barilović drei Viertelstunden.

Bezüglich der Markierung der △ siehe Aufgabe 42.

Die besten Punkte zur Aufstellung von Signalen sind hohe Kuppen, welche eine größere Übersicht gewähren, dann Absätze am Hange, besonders jene bei Kreuzungen größerer Tiefenlinien.

Die aufzustellenden Signale (Zeichen) müssen folgenden Bedingungen entsprechen:

1. Sie müssen die Sicht nach oder von drei trigonometrischen Punkten gewähren, damit ihre Lage und Höhe unzweifelhaft bestimmt werden kann.
2. Sie müssen von so vielen Punkten als möglich gesehen werden, damit man überall imstande ist, durch Rückwärts-Einschneiden (wofür drei Punkte nöthig sind, siehe Aufgabe 63) seinen Standpunkt zu bestimmen.
3. Müssen die Zeichen so gelegen sein, dass die Höhenbestimmung der Punkte, besonders in Tiefenlinien unter möglichst kleinen Winkeln vollführt werden können, wozu es nothwendig sein wird, auch auf dem Hange Signale zu setzen.

Fig. 180.

Von ♆ 1 Fig. 180 würden die Höhenmessungen nach *a* und *b* zu große Winkel aufweisen, was von ♆ 2 aus nicht der Fall wäre. ♆ 2 besitzt noch den Vortheil, sowohl in der Tiefenlinie *a*, *b* als auch in *c* gesehen zu werden.

Die Anzahl der zu setzenden Signale hängt von der Terrain-Charakteristik ab. Im Walde und im Mittelgebirge werden mehr nothwendig sein, als in einer freien übersichtlichen Ebene.

Kirchthürme, Fabriksrauchfänge und ähnliche weit sichtbare Orientierungs-Objecte leisten dieselben Dienste wie Signale.

Jedes Signal besteht aus einer 3 bis 6 *m* hohen Stange, an deren oberem Ende vier (bei Hauptpunkten, oder bei solchen, die weit sichtbar sein sollen, sechs) mit Kalk weiß getünchte 70 *cm* lange Bretter kreuzweise angenagelt sind.

Überdies wird an der Spitze noch ein Stroh- oder Reisigbusch befestigt. (Fig. 181.)

Das untere Ende wird in eine circa 1 *m* tiefe Grube gesteckt und mit Steinen und gestampfter Erde festgemacht.

Damit der Wind die Signale nicht so leicht aus der Erde heben kann, ist das untere Ende der Stange mit einem hölzernen Keil versehen; überdies sollen die Bretter so befestigt sein, dass zwischen demselben ein Zwischenraum für den Wind bleibt.

Fig. 181.

Spreizen haben sich erfahrungsgemäß als schlecht erwiesen.

Bevor die Signale gesetzt werden, müssen die Abstände von der Spitze, vom oberen und unteren Bretterrand bis zum natürlichen Boden (Reductionselemente) gemessen und in das Notizbuch eingetragen werden.

Die Reductionselemente (siehe Höhenmessen, Aufgabe 71) werden gelegentlich des Recognoscierens beziehungsweise Detaillierens auch von allen jenen Objecten gemessen, welche während der Arbeit den gleichen Dienst wie die Signale leisten sollen.

In der Zeichnung werden Signale mit 1⊹, in der Punktoleate mit ⊙3 oder ⊙5 bezeichnet, je nachdem sie Stand- oder Baumsignale sind.

Selbstverständlich werden die Signale während des Recognoscierens gesetzt.

Nun kann die eigentliche Arbeit mit der Triangulierung begonnen werden.

Die graphische große Triangulierung wird auf einem großen Messtische ausgeführt und bezweckt, sichere Anhaltspunkte für den Verlauf der nun folgenden Detail-Triangulierung zu schaffen.

Bei der Militärmappierung, wo für eine ganze Section drei trigonometrische Punkte gegeben sind, müssen für die einzelnen Sectionsviertel, welche später auf einem Detaillierbrettchen aufgespannt werden und nun nur einen oder gar keinen △ hätten, Signale, Kirchthürme etc. bestimmt werden, welche somit bei der graphischen kleinen Triangulierung gerade so wie die trigonometrischen Punkte bei der großen, als Ausgangspunkte der ganzen Arbeit dienen.

Bei der Übungsmappierung der Cadettenschulen geschieht die graphische große Triangulierung in demselben Sinne; der einzige Unterschied besteht darin, dass nach Fertigstellung derselben die ganze Section nicht in vier Sectionsviertel, sondern in mehrere circa $2\,km^2$ [1]) große Flächen eingetheilt wird.

Nach Fertigstellung derselben werden die graphisch bestimmten Punkte mittelst Oleate bei Beobachtung der peinlichsten Genauigkeit auf das bereits aufgespannte Detaillierbrettchen übertragen und deren Höhe notiert.

Die graphische kleine Triangulierung (Detail-Triangulierung) besteht darin, dass auf Grund der nun bestimmten Signale so viele Zwischenpunkte als möglich trianguliert werden, so dass alles Übrige auf Grund des Schrittmaßes beim Detaillieren bestimmt werden kann.

Die eigentliche Arbeit der Detail-Triangulierung zerfällt:

1. In das Bestimmen der Punkte mittelst Vorwärts- und Seitwärts-Abschneiden.
2. In das Höhenmessen.
3. In das Messen der Böschungswinkel.

Sind alle diese Arbeiten auf einem Standpunkte fertig, so sagt man: „Der Punkt ist erledigt." Man begibt sich sodann detaillierend zu einem anderen Signale, um die Punkte näher zu bestimmen, da sie bis nun nur einen Rayon, beziehungsweise eine Höhenmessung hätten.

Es werden somit, nachdem man den ersten Standpunkt gewählt hat, möglichst viele im Terrain markierte Punkte, welche von einem anderen Standpunkte aus wieder erkannt und geschnitten werden können, anvisiert, so z. B. Kirchen, Kapellen, Kreuze, Bildstöcke, Weggabelungen, Waldecken, Culturgrenzen, Bäume, Kuppen, Absätze, Sättel, Rücken- und Tiefenlinien etc.

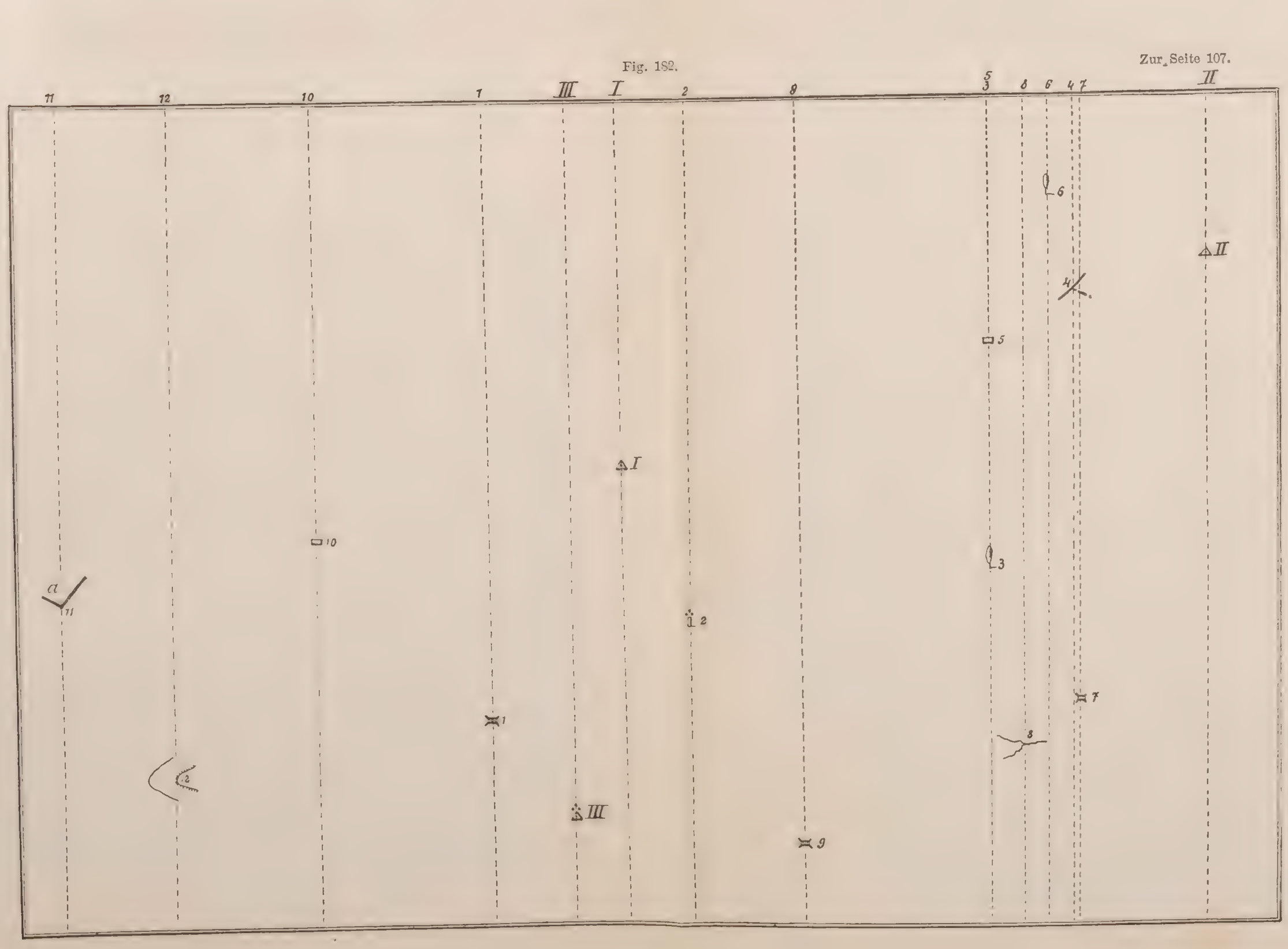
Die gezogenen Rayone werden am Rande des Brettchens numeriert und in einem eigenen Rayonbuche nebst einer kurzen Bezeichnung des Objectes eingetragen.

---

[1]) In der Reduction 1 : 12.500 beträgt die Fläche circa $144\,cm^2$ oder die Seite des Quadrates $12\,cm$.

Fig. 183. Zur Seite 107.

Fig. 182. Zur Seite 107.



Empfehlenswert ist hiebei folgende Methode:

Bevor noch der Rayon gezogen wird, schätzt man die Distanz vom Standpunkte bis zum Objecte und zieht den Rayon kurz dort, wo das Object nach erfolgtem Schnitte hinfallen dürfte.

Die Bezeichnung der Rayone erfolgt mit einem conventionellen Zeichen, oder bei Terrainformen mit einer leichten Skizze, schließlich auch mit einer kurzen Charakteristik, z. B.: Rother Baum, Erdabsturz etc., daneben ist die Zahl der Höhenmessung anzumerken. (Siehe Tabelle, Aufgabe 65, 2. und 3. Horizontalrubrik.)

Das Distanzschätzen geschieht am besten, wenn man die gegenseitige Lage der gegebenen und der anvisierten Punkte beurtheilt und im gleichen Maße auf dem Brette aufträgt.

Da diese Übung mit einem Modelle nicht ausgeführt werden kann, anderseits dieselbe den Anfängern in der Natur ziemliche Schwierigkeiten bietet, habe ich sie im Folgenden an der Hand einer landschaftlichen Skizze ausgearbeitet.

Dieser Vorgang bietet den Vortheil, dass man gleich nach Erledigung des ersten Standpunktes eine gute Skizze des ganzen Rayons erlangt; übrigens wird beim Croquieren in den meisten Fällen derselbe Vorgang eingehalten werden müssen. (Siehe Aufgabe 57.)

Je genauer die Schätzung, desto richtiger die Skizze; bei größeren Fehlern wäre man gezwungen, schon beim zweiten Standpunkte Mehreres zu radieren und zu übertragen.

Als Grundsatz gelte: Einen Standpunkt nicht eher verlassen, bevor man nicht alles, was möglich ist, trianguliert (und detailliert) hat.

In der landschaftlichen Skizze (Fig. 183), welche die Natur vertreten soll, sind die bei der graphischen großen Triangulierung bestimmten Punkte mit römischen, die übrigen zu bestimmenden Punkte mit arabischen Ziffern bezeichnet.

Da das Bild eine Verzerrung erleiden müsste, wenn die Rayone von einem Punkte aus gezogen werden möchten, was durch die geringe Größe der Zeichnung begründet ist, nehme man an, die Rayone seien von einem sehr entfernten Punkte gezogen worden und somit parallel.

Der Lernende pausiere sich somit von Fig. 182 die Rayone und die mit römischen Ziffern bezeichneten Punkte, worauf er das Übrige im Sinne der gegebenen Erläuterungen, so wie in Fig. 182 gezeigt, eintragen kann.[1])

[1]) In Schulen könnte die Skizze vergrößert werden.

a) Die Brücke 1 liegt etwas näher als $^1/_3$ der Entfernung zwischen ⏃III und △I;

b) das Haus 10 liegt beiläufig im $^2/_3$ der erwähnten Entfernung;

c) die Einmündung der Wasserlinien bei 8 liegt in der halben Entfernung zwischen ⏃ III und Brücke 1;

d) die Pappel 3 liegt in der halben Entfernung zwischen Brücke 1 und Haus 10.

Bei allen diesen Schätzungen reduciert man, wie ersichtlich ist, die Entfernungen auf die directe Verbindung zweier ⏃, was eben die Arbeit sehr erleichtert. Die Richtung ist durch die Rayone gegeben.

Auf diese Weise könnten bei größeren Skizzen selbst die Höhenmessungen vorgenommen werden; zu diesem Zwecke müssten die Höhen der ⏃ im entsprechenden Verhältnisse gegeben werden.

67.

Die vorige Aufgabe ist auf Grund der landschaftlichen Skizze (Fig. 184) **durchzuführen.**

Wenn schon bei der vorigen Aufgabe das Schätzen der Distanzen und das Auftragen der Punkte auf den Rayon empfohlen wurde, so ist dies bei diesem Terrain eine unerlässliche Bedingung.

Orientierungs-Objecte werden, obwohl nicht immer, vom zweiten Standpunkte, wo es sich darum handelt, die gezogenen Rayone zu schneiden (Aufgabe 61), viel leichter als Terraintheile erkannt, nachdem diese oft ihr Aussehen total ändern, sobald man sie von einer anderen Seite betrachtet.

Das Distanzschätzen ist bei dieser Arbeit somit mit besonderer Sorgfalt durchzuführen und es wird im allgemeinen derselbe Vorgang eingehalten werden, welcher in der vorigen Aufgabe erwähnt wurde.

Die Formen werden auf dem Rayone mit einer allgemeinen Skizze markiert, so z. B.:

Kuppen Flache Partien

Rücken- und Tiefenlinien

Absätze, Rasten

Sättel

Fig. 185.

Zur Seite 109.

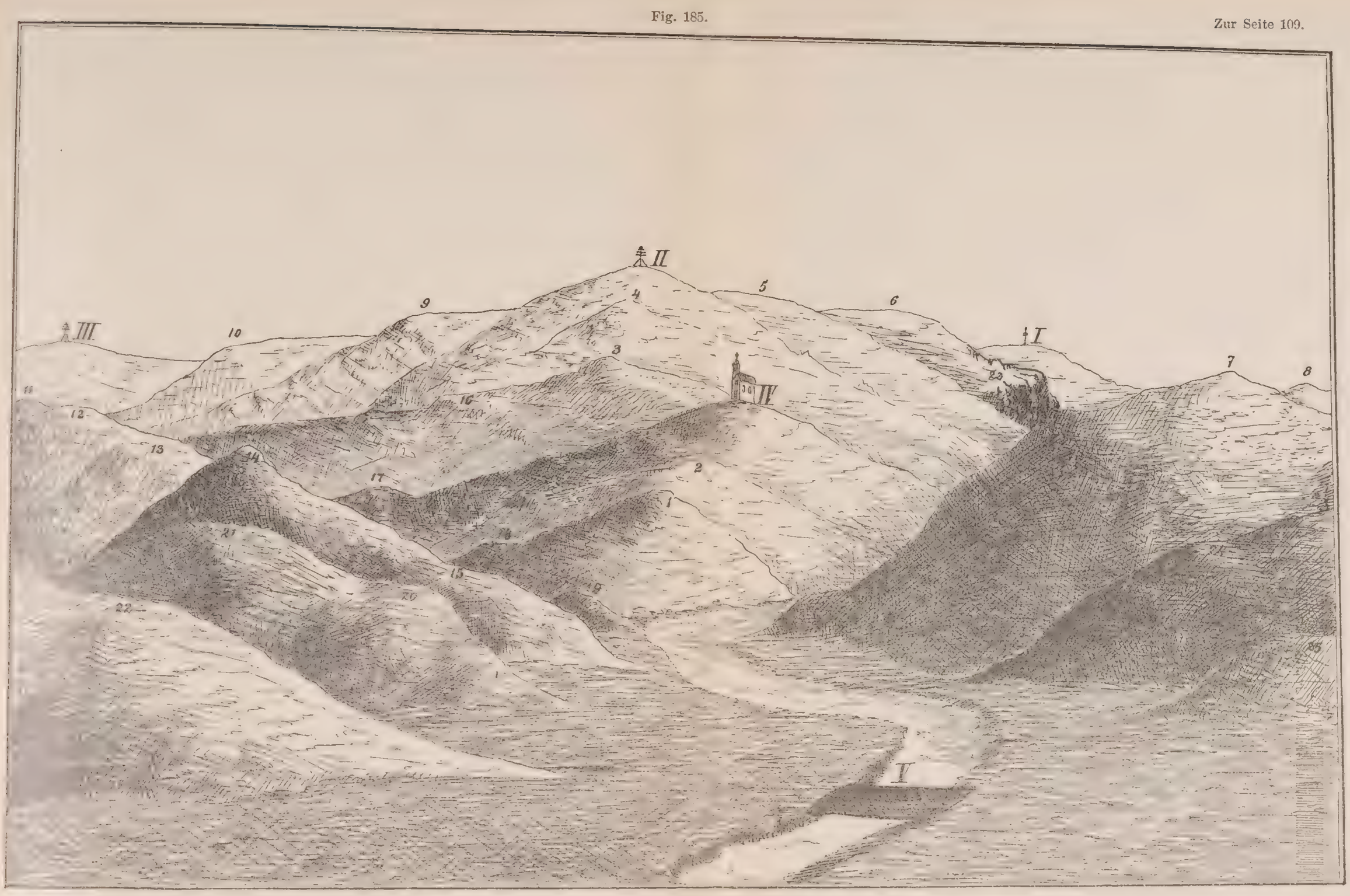


Fig. 184.

Zur Seite 108.

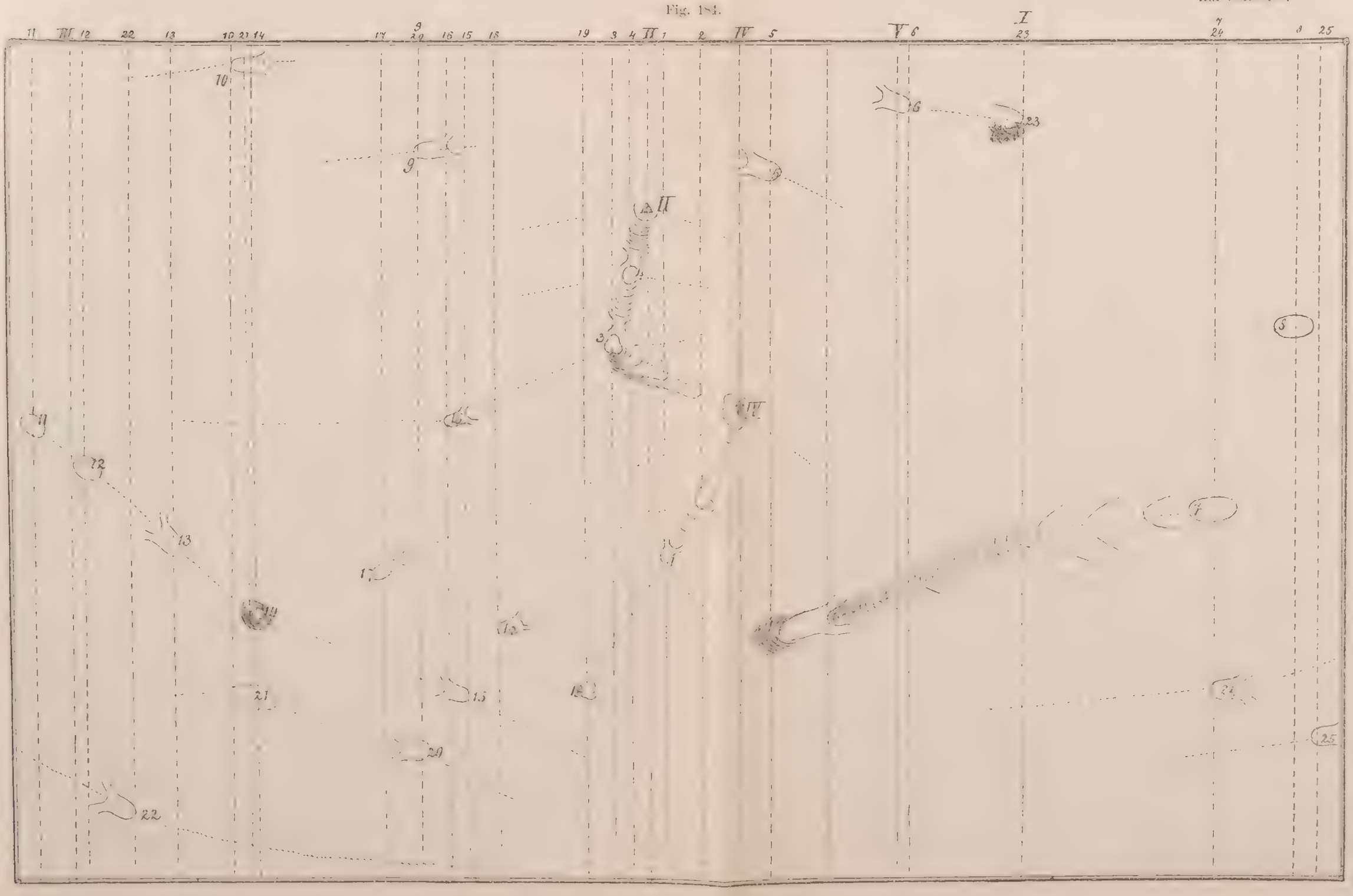
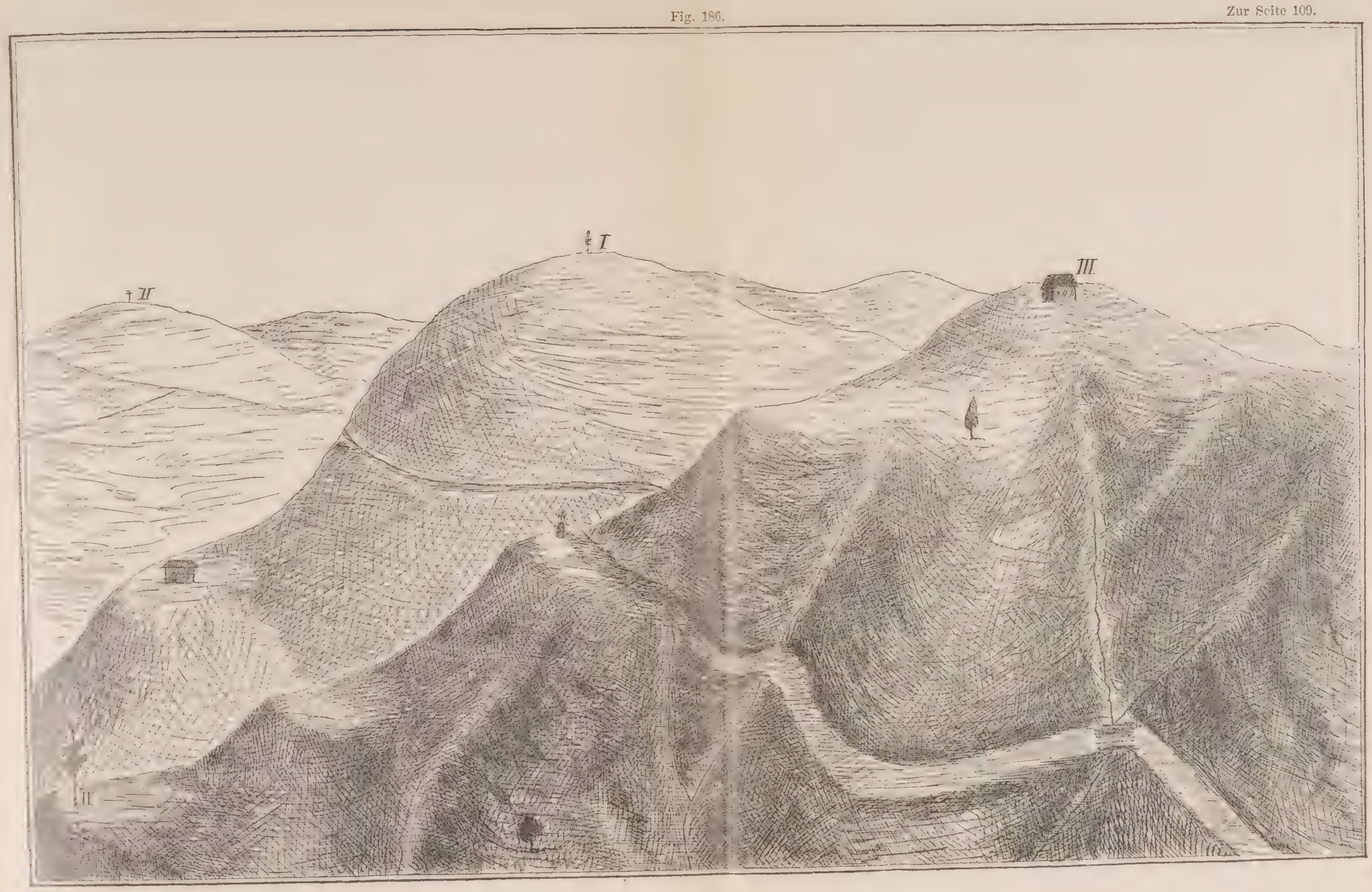
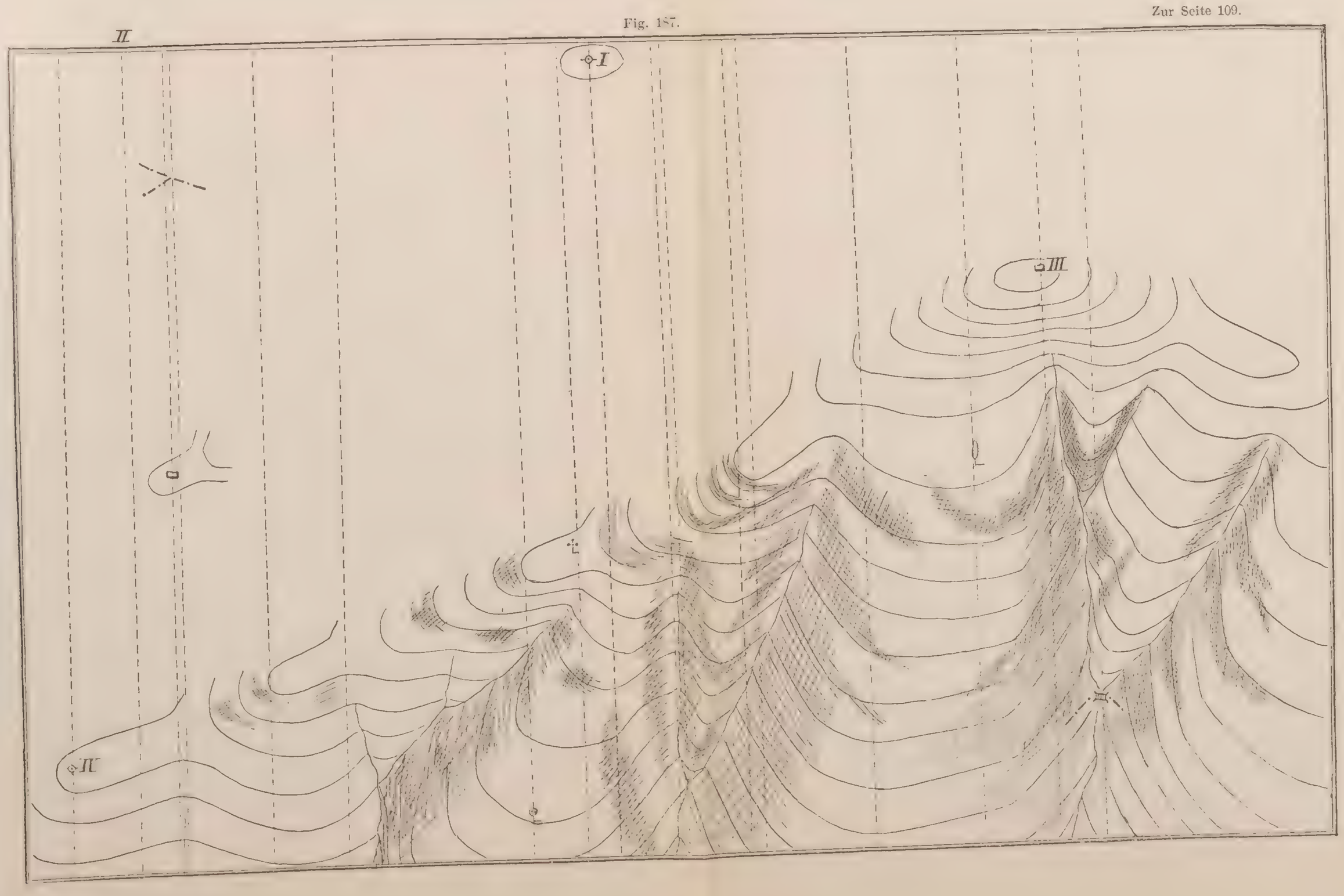


Fig. 186. Zur Seite 109.



Zur Seite 109.

Fig. 187. Zur Seite 109.



Siehe Aufgabe 46.

Fig. 185 gibt ein Beispiel der Lösung dieser Aufgabe. Im allgemeinen gelten die Grundsätze der vorigen Aufgabe.

68.

Auf Grund der nachfolgenden landschaftlichen Skizze (Fig. 186) **ist die Arbeit des ersten Standpunktes beim Vis-à-vis-Zeichnen durchzuführen.**

Eine allgemeine Skizze der Bodenformen wurde schon durch das Rayonieren und Schneiden, beziehungsweise durch Rayonieren und Distanzschätzen (Aufgabe 67) entworfen.

Gelangt man im Laufe der Arbeit zu einem Standpunkte, von welchem man eine Terrainpartie sehr gut übersieht, so kann man diese Skizze durch das sogenannte Vis-à-vis-Zeichnen vervollständigen. Dasselbe besteht in der Triangulierung möglichst vieler Punkte, welche der betreffenden Terrainpartie angehören, um auf Grund derselben eine möglichst genaue Wiedergabe der Formen zu ermöglichen.

Es sind daher zum Vis-à-vis-Zeichnen mindestens zwei Standpunkte nöthig; von jedem Standpunkte wird das Terrain skizziert. Später wird durch Detaillieren der gangbaren Partien die Zeichnung vervollständigt. Diese Methode wird vorzugsweise bei steilen oder bewaldeten Partien angewendet, wo man nur einzelne Wege, Waldlisièren etc. detaillierend abgehen kann.

Vortheile.

1. Man ist über die allgemeine Form des Terrains orientiert, ehe man sich hineinbegibt, was besonders im Walde von großem Vortheile ist. Dies bedingt somit, dass dem Detaillieren das Vis-à-vis-Zeichnen vorangehe und nicht umgekehrt.
2. Man gibt die Formen charakteristischer wieder und vermeidet auf diese Weise den Fehler, durch Überhäufung von Details den Charakter außeracht zu lassen.
3. Der Complex der Formen wird richtiger, da jede Form trianguliert ist, während man beim Detaillieren auf das Schrittmaß angewiesen ist.[1])

Grundsatz.

Man zeichne nicht, was man nicht sieht. Nicht gut eingesehene Partien werden von einem anderen Standpunkte gezeichnet, eventuell detailliert.

---

[1]) Man verwechsle daher nicht das Vis-à-vis-Zeichnen mit einem oberflächlichen à la vue-Zeichnen.

Ausführung.

Man wähle die Standpunkte nicht zu nahe und nicht zu weit, nicht zu hoch und nicht zu tief; man soll die Details eben noch erkennen und thunlichst in gleicher Höhe sein, da man gewöhnlich niedriger liegende Kuppen als Absätze sieht, ein Fehler, der sich bei zu hohen Standpunkten leicht einschleicht; bei niederen Standpunkten wieder könnte man Absätze und Kuppen nicht unterscheiden.

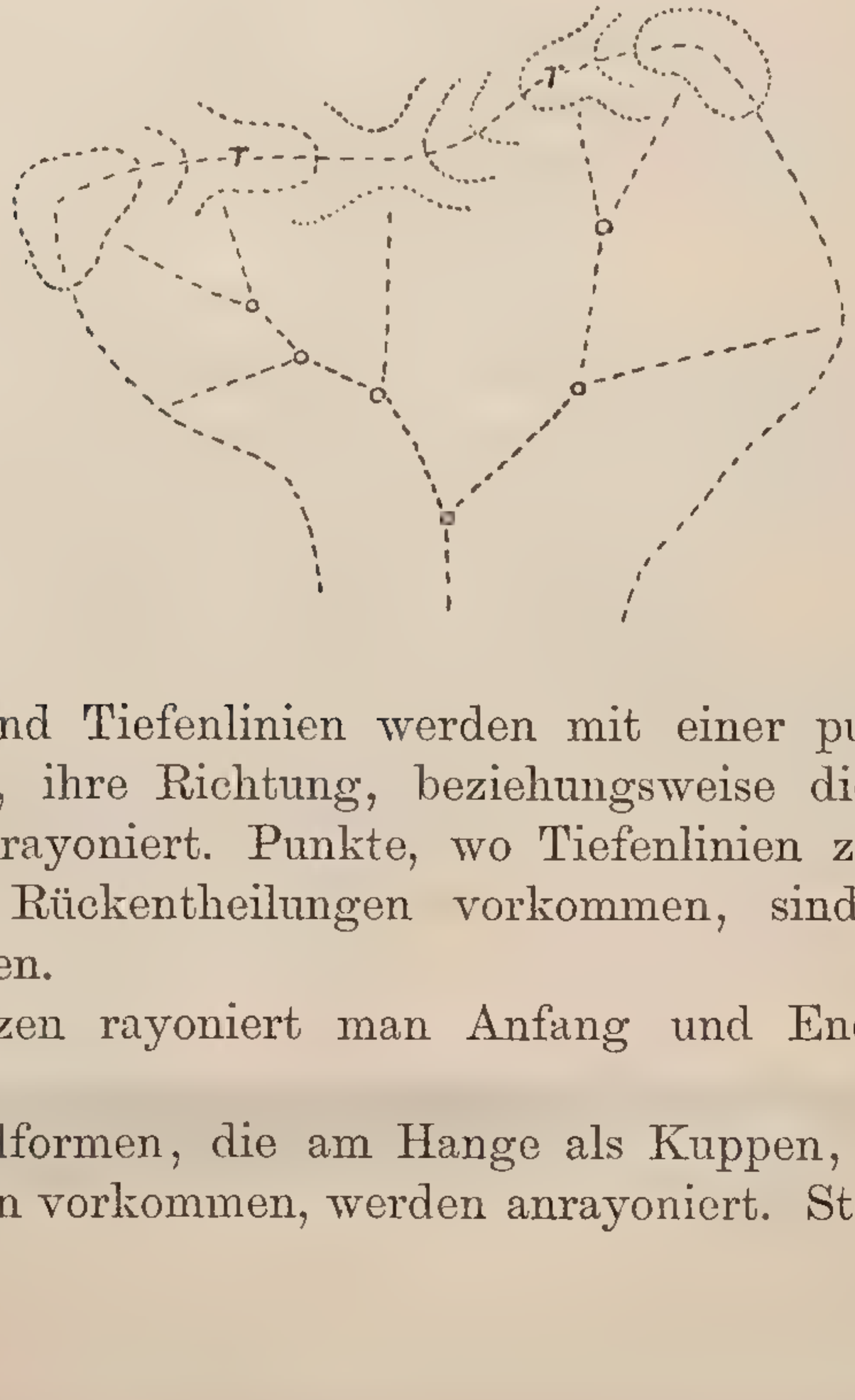
Man rayoniere vom ersten Standpunkte alle auffallenden Objecte und schätze die Distanz im Sinne der Aufgabe 66.

Hierauf werden die Höhen dieser Objecte gemessen und erst dann schreitet man zum Entwurfe der Formen. Die Formen werden anrayoniert und auf der entsprechenden Stelle mit einer Formenlinie gezeichnet. (Siehe Aufgabe 67.)

Man beobachte dabei folgenden Vorgang:

1. Zuerst werden die Rückenlinien (Kuppen, Rasten, Sättel) erledigt.
2. Dann die Tiefenlinien, wodurch ein Gerippe der ganzen Form entsteht. (Fig. 188.)

Fig. 188.



3. Rücken- und Tiefenlinien werden mit einer punktierten Linie gezeichnet, ihre Richtung, beziehungsweise die Krümmungen werden anrayoniert. Punkte, wo Tiefenlinien zusammentreffen, respective Rückentheilungen vorkommen, sind unbedingt zu triangulieren.
4. Bei Absätzen rayoniert man Anfang und Ende der flachen Partie.
5. Alle Detailformen, die am Hange als Kuppen, Absätze, Nasen oder Steilen vorkommen, werden anrayoniert. Steilen bezeichnet

man am besten durch eine leichte Schummerung, welche seinerzeit beim Schraffieren weggelöscht wird. (Fig. 189.)

Fig. 189.

Eine richtige Darstellung der Steilen ist eine der Hauptsachen, auf welche man sein Augenmerk richten soll.

6. Die Bergfüße werden ebenfalls trianguliert.
7. Man bringe sodann durch geschätzte Horizontalen die so erhaltenen Formen in Verbindung, wodurch die Skizze fertiggestellt wird.
8. Vom zweiten (eventuell dritten) Standpunkte werden alle Rayone geschnitten und jene Partien verbessert, beziehungsweise vervollständigt, welche man vom ersten Standpunkte schlecht oder gar nicht gesehen hat. Die Höhen werden bei dieser Gelegenheit controliert.
9. Ist dies geschehen, so werden alle gangbaren Linien detailliert und die Form hierauf schraffiert; man unterlasse jedoch nicht, die Schraffierung mit der Natur jedesmal zu vergleichen, wenn sich die Gelegenheit dazu bietet.

Diese Arbeit ist eine der schwierigsten, die der Mappeur auszuführen hat, und bedarf vieler Aufmerksamkeit sowohl beim Studium als bei der Wiedergabe der Formen. Anderntheils wird man sich durch richtige Wahl der Standpunkte und durch einen sorgfältigen Vorgang viel Mühe und viele Schritte ersparen, die sonst unerlässlich sind, sobald man die Terrainformen richtig auf das Papier bringen will.

Da das Vis-à-vis-Zeichnen auf Grund von Modellen nicht möglich ist, anderseits die Arbeit selbst eine der wichtigsten ist, wurde in der landschaftlichen Skizze (Fig. 186) ein Mittel an die

Hand gegeben, diese Art des Zeichnens im Zimmer zu üben. Die Aufgabe wird im Sinne der vorigen, welche für sich genommen eine Vorübung bildet, bei Beachtung des vorerwähnten Arbeitsvorganges ausgeführt.

Die Arbeit des zweiten Standpunktes wird leicht fallen, sobald man jene des ersten Standpunktes vollkommen inne hat.

69.

Wie groß ist die Luftlinie zwischen △ 180 und der Kuppe 301 in der Fig. 125 der Aufgabe 53?

Zur Auflösung dieser Aufgabe denke man sich die Luftlinie als Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreieckes (Böschungsdreieck). (Fig. 190.)

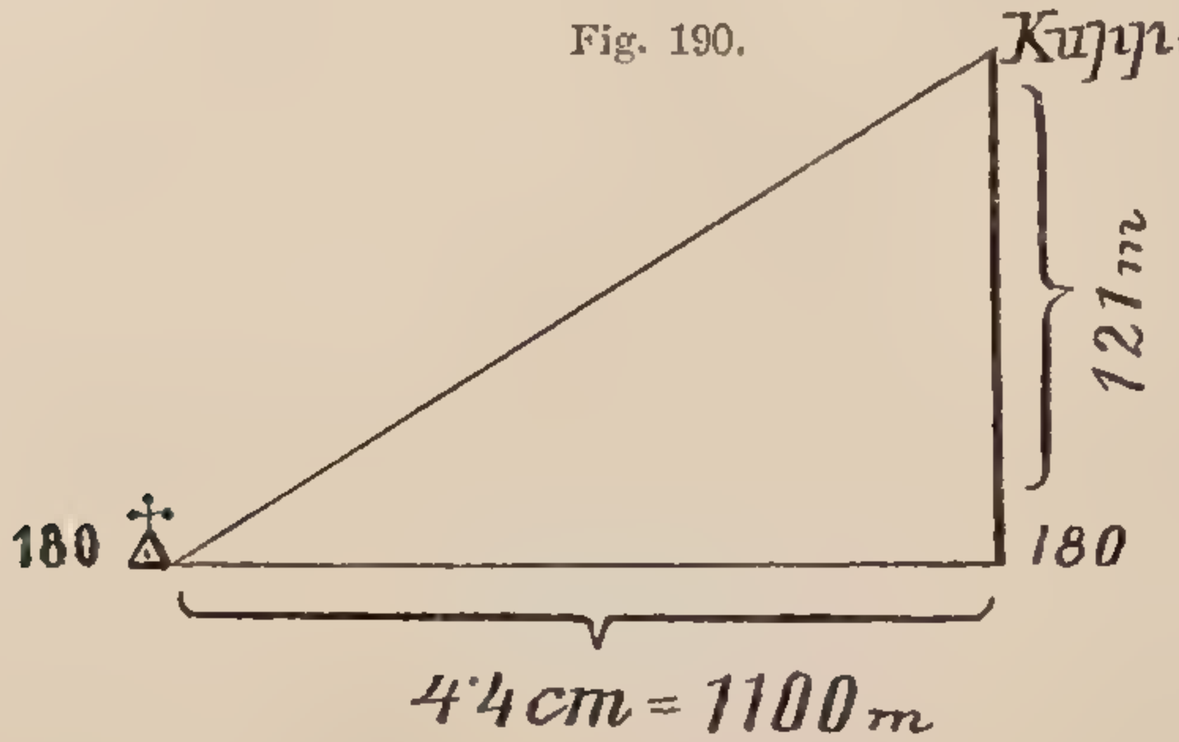
Die Katheten sind auf der Karte (Fig. 125) gegeben, und zwar:

Anlage von △ bis zur Kuppe = 4·4 *cm* oder in der Natur = 1100 *m*.

Höhe = 301 — 180 = 121 *m*.

Nach dem pythagoräischen Lehrsatze ist das Quadrat der Hypothenuse gleich der Summe der Quadrate der Katheten, folglich Luftlinie^2 = $1100^2 + 121^2$ oder Luftlinie = $\sqrt{1100^2 + 121^2}$

Fig. 190.



Zum Quadrieren merke man sich folgenden abgekürzten Vorgang:

1. Man nehme das Quadrat der ersten Ziffer; bei 121^2 z. B. $1^2 = 1$.
2. Man nehme das Doppelte der vorangehenden Zahl (1 . 2 = 2) und sodann die folgende (2); diese Zahl wird mit der letzterwähnten multipliciert (22 . 2 = 44). Das Product wird um zwei Stellen nach rechts geschrieben.
3. Derselbe Vorgang wie bei sub 2 wiederholt.

121^2

1^2 =	1		
22 . 2 =		44	
241 . 1 =		2	41
	1	46	41

$$\begin{array}{r|l} 1100^2 & \\ \hline 1^2 = & 1 \\ 21 \,.\, 1 = & 21 \\ 220 \,.\, 0 = & 00 \\ 2200 \,.\, 0 = & 00 \\ \hline & 1210000 \end{array}$$

Bei der logarithmischen Berechnung wäre

$\log \ 121^2 = \log \ 121 \,.\, 2 = 2{\cdot}082785 \times 2 = 4{\cdot}165570 = 14641{\cdot}5$
$\log \ 1100^2 = \log \ 1100 \,.\, 2 = 3{\cdot}041393 \times 2 = 6{\cdot}082786 = 1210000.$

Die Summe der Quadrate beider Katheten wäre somit

$$\begin{array}{r} 1210000 \\ 14641 \\ \hline 1224641 \end{array}$$

Beim Ausziehen der Quadratwurzel merke man sich folgendes Verfahren:

$\sqrt[2]{1/22/46{,}41 = 1106{\cdot}63}$
1
022 : 21 . 1
0146 : 220 . 0
14641 : 2206 . 6
140500 : 22126 . 6
774400 : 221323 . 3
110431

1. Man theile die Zahl von rechts nach links in Abtheilungen zu zwei Ziffern, wobei die letzte Abtheilung auch aus einer Ziffer bestehen kann.
2. Man suche die größte Zahl, deren Quadrat in der ersten Abtheilung enthalten ist und schreibe sie als erste Wurzelziffer rechts nebenan.
3. Das Quadrat dieser Ziffer wird von der ersten Abtheilung subtrahiert.
4. Zu dem Reste setze man die folgende Zahlengruppe hinzu.
5. Man dividiere diese Zahl ohne die letzte Ziffer durch das Doppelte der bereits gefundenen Wurzel.
6. Der Quotient wird als neue Ziffer in die Wurzel geschrieben und zugleich zum Divisor.
7. Der Divisor wird mit der neuen Wurzelziffer multipliciert (1 . 21) und das Product vom Dividenden sammt der weggelassenen Ziffer subtrahiert.
8. Dieses Verfahren wird solange fortgesetzt, bis alle Abtheilungen in Rechnung gezogen wurden.

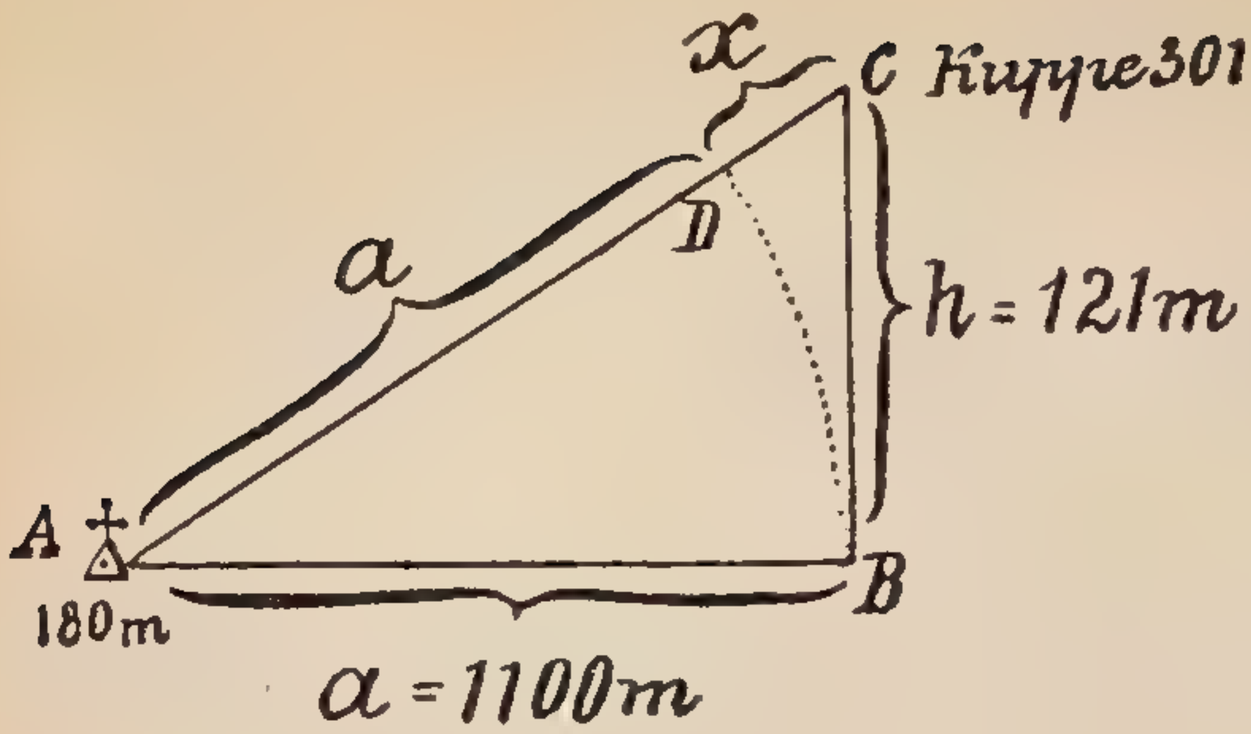
Die logarithmische Berechnung ergibt:

$$\sqrt[2]{1224641} = \tfrac{1}{2} \log 1224641 = 8{\cdot}088008 : 2 = 4{\cdot}044004;$$
$$\text{Luftlinie} = 1106{\cdot}63 \, m$$

Nach obiger Rechnung wäre somit die Luftlinie = 1106·63 *m*, somit 6·63 *m* länger als die Horizontal-Projection.

Diese Aufgabe kann auch nach der folgenden sehr praktischen Methode gelöst werden:

Fig. 191.



Macht man $AD = AB = a$ (Fig. 191) und bezeichnet man $DC = x$, so folgt aus dem rechtwinkligen Dreiecke ABC:

$(AD + DC)^2 = AB^2 + BC^2$

beziehungsweise

$$(a + x)^2 = a^2 + h^2$$

$$a^2 + 2ax + x^2 = a^2 + h^2$$

und $x = \frac{h^2}{2a}$ und zwar in jenen Fällen, wo x^2, wie in diesem Falle, wegen seiner Kleinheit vernachlässigt werden kann.

Im vorliegenden Beispiele ist somit die Luftlinie

$AC = a + \frac{h^2}{2a} = 1100 + \frac{121^2}{2200} = 1100\,m + 6{\cdot}65 = \mathbf{1106{\cdot}65\,m}$, somit nur um $\mathbf{0{\cdot}02\,m}$ größer als das trigonometrisch berechnete Resultat.

Für den praktischen Gebrauch dienen, falls der Böschungswinkel und die Anlage gegeben sind, auch folgende Anhaltspunkte:

Bei 45^0 ist die Böschungslinie $1^{40}/_{100}\ a$
„ 40^0 „ „ „ $1^{30}/_{100}\ a$
„ 35^0 „ „ „ $1^{20}/_{100}\ a$
„ 30^0 „ „ „ $1^{15}/_{100}\ a$
„ 25^0 „ „ „ $1^{10}/_{100}\ a$
„ 20^0 „ „ „ $1^{6}/_{100}\ a$
„ 15^0 „ „ „ $1^{3}/_{100}\ a$
„ 10^0 „ „ „ $1^{2}/_{100}\ a$
„ 5^0 „ „ „ $1^{1}/_{100}\ a$

70.

Wie groß ist der Böschungswinkel von ⛺ 180 bis zur Kuppe 301?
(Fig. 125, Aufgabe 53.)

Da im Sinne der früheren Aufgabe die Anlage und die Höhe gegeben sind, kann der Böschungswinkel mit Hilfe dieser Daten trigonometrisch berechnet werden.

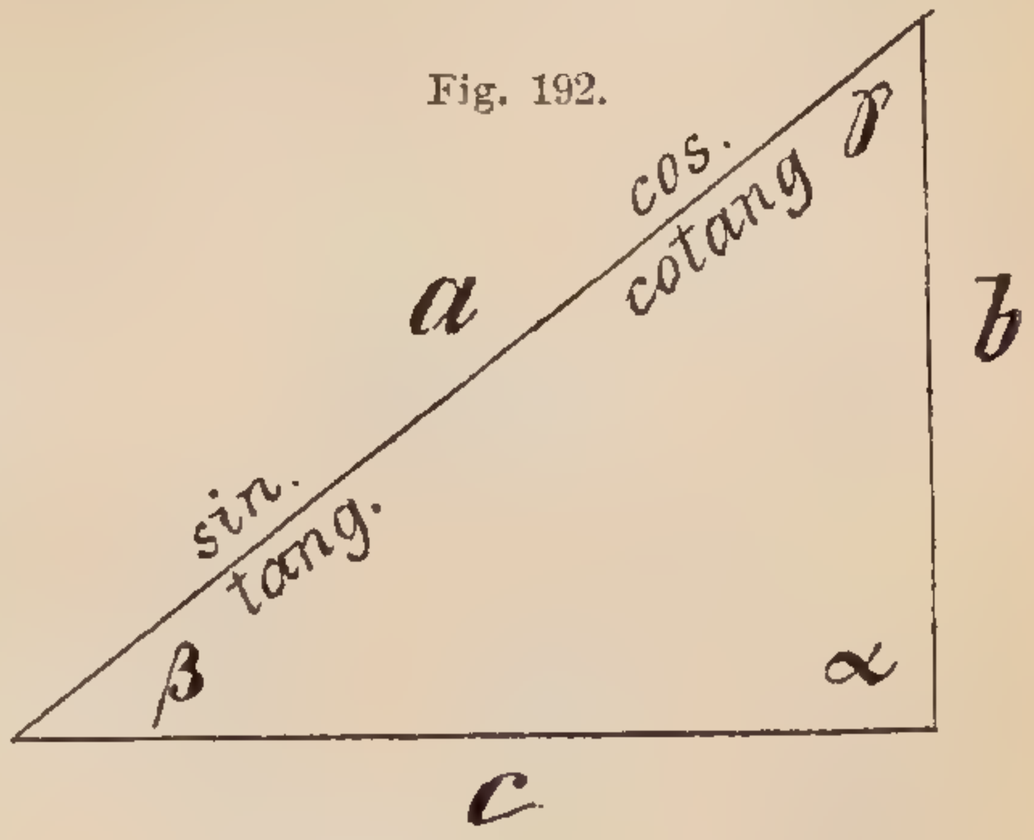
Für das rechtwinklige Dreieck kennen wir folgende Formeln (Fig. 192):

$$b = c \,.\, \text{tang}\,\beta$$
$$b = a \,.\, \sin\,\beta$$
$$b = c \,.\, \cot\,\gamma$$
$$b = a \,.\, \cos\,\gamma$$

Oder für die Kathete c in umgekehrter Ordnung mit Bezug auf nachstehende Figur, da man sich c als Höhe vorstellen müsste:

$$c = b \,.\, \text{tang}\, \gamma$$
$$c = a \,.\, \sin\, \gamma$$
$$c = b \,.\, \cot\, \beta$$
$$c = b \,.\, \cos\, \beta$$

Fig. 192.



Aus diesen Formeln lassen sich leicht die Winkelfunctionen bestimmen:

$$\text{tang}\, \beta = \frac{b}{c}, \text{ da } b = c \,.\, \text{tang}\, \beta$$

$$\cot\, \gamma = \frac{b}{c}, \text{ da } b = c \,.\, \cot\, \gamma$$

Ebenso hätte man die Hypothenuse $a = \frac{b}{\sin\, \beta} = \frac{b}{\cos\, \beta}$

In der vorliegenden Aufgabe ist der Winkel β zu bestimmen, was nach der bereits angegebenen Formel $\text{tang}\, \beta = \frac{b}{c}$ geschehen kann.

$$b = 121$$
$$c = 1100$$

Es ist somit $\text{tang}\, \beta = \log 121 - \log 1100$, da bekanntlich der Logarithmus eines Quotienten (Bruches) gleich ist dem Logarithmus des Dividenden (Zählers) weniger dem Logarithmus des Divisors (Nenners).

$$\log b = \log\ \ 121 = 2{\cdot}082785$$
$$\log c = \log 1100 = 3{\cdot}041393$$
$$\overline{\qquad\qquad\qquad\qquad} \qquad\qquad\qquad\

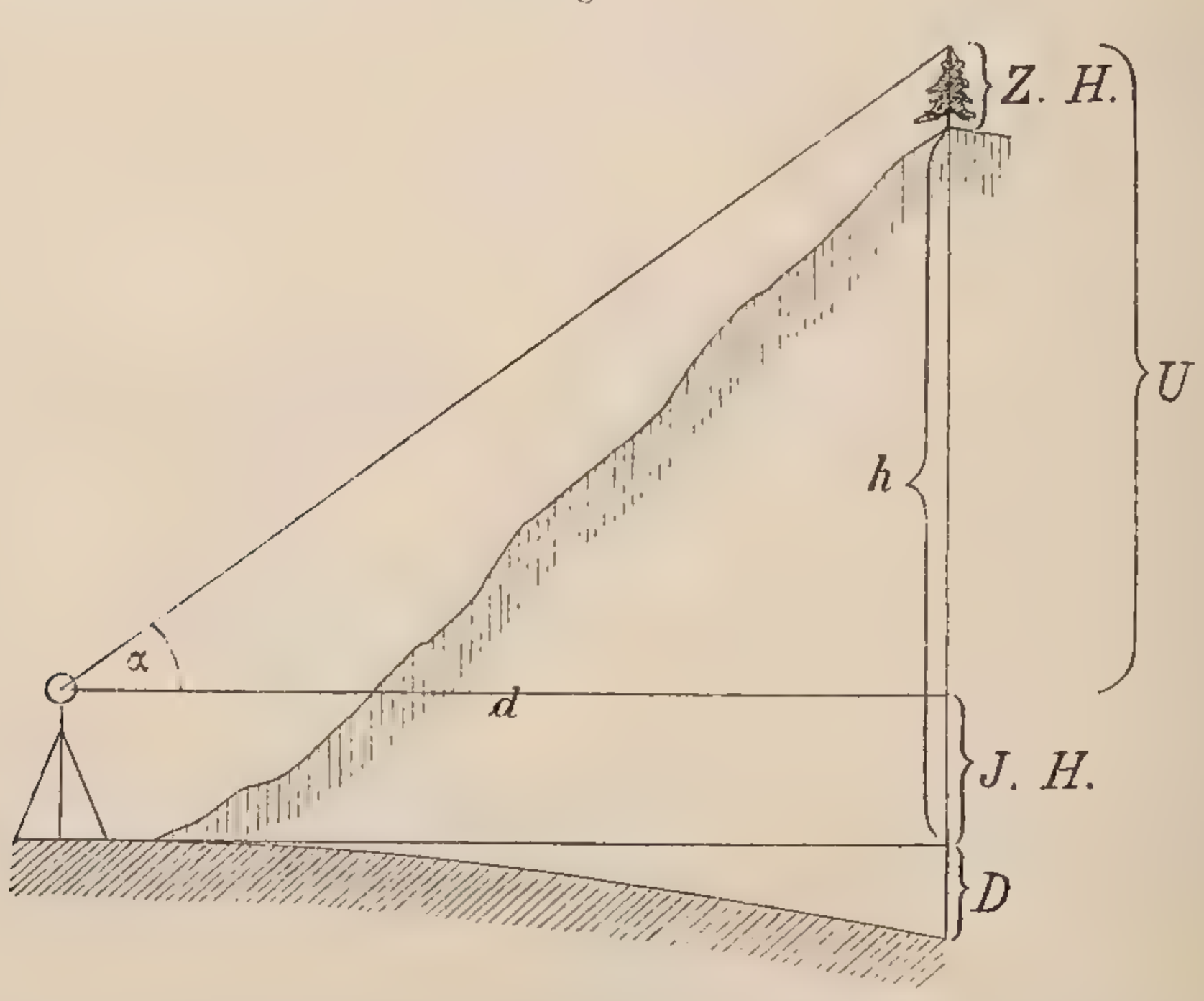
Gegeben ist die eine Kathete und der anliegende Winkel; zu bestimmen ist die zweite Kathete.

Wenn U die eine Kathete, d (Distanz) die zweite Kathete bedeutet, so ist $U = d$. tang $6^0\ 18'\ 30''$ oder $U = 1100\,m$. tang $6^0\ 18'\ 30''$ oder log $U =$ log 1100 + log tang $6^0\ 18'\ 30''$, da der Logarithmus eines Productes gleich ist der Summe der Logarithmen der einzelnen Factoren.

$$\log 1100 = 3{\cdot}041393$$
$$\log \text{ tang } 6^0\ 18'\ 30'' = 9{\cdot}043552 - 10$$
$$\log U = 12{\cdot}084945 - 10$$
$$\boldsymbol{U = 121{\cdot}63\,m}$$

Wie aus nachstehender Fig. 193 ersichtlich ist, müsste das erhaltene Resultat um die Instrumentenhöhe vermehrt und um die Baumhöhe vermindert werden.

Fig. 193.



Die Instrumentenhöhe ($J.H$) wird bei allen Höhenmessungen mit dem Mappeurs-Höhenmesser constant mit $1{\cdot}3\,m$ angenommen; die durch diese constante Größe sich einschleichenden Fehler sind zu gering, um beachtet zu werden, da bei diesen Höhenmessungen ohnedies eine Fehlergrenze von $3\,m$ erlaubt ist.

Die Baumhöhe gehört zu den sogenannten Reductions-Elementen, welche die Höhen einzelner Theile von Objecten bis zum natürlichen Boden sind und während der Arbeit des Recognoscierens, Detail-

lierens etc., gewöhnlich mittelst Messband oder geometrisch gemessen und als Zeichenhöhe (*Z. H*) notiert werden. (Siehe Aufgabe 66 und 73.)

Nicht minder zu beachten sind bei allen Höhenmessungen die Depression und die Refraction.

Die Depression *D*, welche sich, wie aus Fig. 193 ersichtlich, durch den Unterschied zwischen dem wahren und scheinbaren Horizont ergibt, muss zur Höhe des Berges gerade so wie die Instrumentenhöhe addiert werden. Die Depression nimmt mit der Horizontaldistanz zu und ist zum Zwecke der leichteren Rechnung bereits in der nachfolgenden Tabelle für die verschiedenen Distanzen zusammengestellt, wobei auch die Refraction oder die Brechung der Lichtstrahlen berücksichtigt ist:

Überhöhung

des scheinbaren Horizontes über den wirklichen mit Berücksichtigung der Refraction nach Gauss $n = 0{\cdot}1306$ im Metermaß.

Meter	**0**	**100**	**200**	**300**	**400**	**500**	**600**	**700**	**800**	**900**
1000	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2
2000	0·3	0·3	0·3	0·4	0·4	0·4	0·5	0·5	0·5	0·6
3000	0·6	0·7	0·7	0·7	0·8	0·8	0·9	0·9	1·0	1·0
4000	1·1	1·1	1·2	1·3	1·3	1·4	1·4	1·5	1·6	1·6
5000	1·7	1·8	1·8	1·9	2·0	2·1	2·1	2 2	2·3	2·4
6000	2·4	2·5	2·6	2·7	2·8	2·9	3·0	3·1	3·2	3·2
7000	3·3	3·4	3·5	3·6	3·7	3·8	3·9	4·0	4·1	4·3
8000	4·4	4·5	4·6	4·7	4·8	4·9	5·0	5·2	5·3	5·4
9000	5·5	5·6	5·8	5·9	6·0	6·1	6·3	6·4	6·5	6·7
10000	6·8	6·9	7·1	7·2	7·4	7·5	7·7	7·8	7·9	8·1
11000	8·2	8·4	8·5	8·7	8·9	9·0	9·2	9·3	9·5	9·6
12000	9·8	10·0	10·1	10·3	10·5	10·6	10·8	11·0	11·2	11·3
13000	11·5	11·7	11·9	12·1	12·2	12·4	12·6	12·8	13·0	13·2
14000	13·4	13·5	13·7	13·9	14·1	14·3	14·5	14·7	14·9	15·1
15000	15·3	15·5	15·7	16·0	16·2	16·4	16·6	16·8	17·0	17·2
16000	17·4	17·7	17·9	18·1	18·3	18·6	18·8	19·0	19·2	19·5
17000	19·7	19·9	20·2	20·4	20·6	20·9	21·1	21·3	21·6	21·8
18000	22·1	22·3	22·6	22·8	23·1	23·3	23·6	23·8	24·1	24·3
19000	24·6	24·9	25·1	25·4	25·6	25·9	26·2	26·4	26·7	27·0
20000	27·3	27·6	27·9	28·1	28·4	28·7	29·0	29·3	29·5	29·8
21000	30·1	30·4	30·7	31·0	31·3	31·6	31·8	32·1	32·4	32·7
22000	33·0	33·3	33·6	33·9	34·2	34·6	34·9	35·2	35·5	35·8
23000	36·1	36·4	36·7	37·1	37·4	37·7	38·0	38·3	38·7	39·0
24000	39·3	39·6	40·0	40·3	40·7	41·0	41·3	41·6	42·0	42·3

Nach den vorstehenden Erläuterungen würde sich die vollständige Formel für Höhenwinkel wie folgt ergeben:

$$h = d \,.\, \text{tang}\, \alpha + J.H + D - Z.H = \boldsymbol{U + J.H + D - Z.H}$$

Setzt man die entsprechenden Werte ein, wobei die Baumhöhe als $2\,m$ angenommen wird, so erhält man

$$\begin{aligned} d \,.\, \text{tang}\, \alpha = U &= 121{\cdot}63 \\ 1{\cdot}30 &= J.H \\ 0{\cdot}1 &= D \\ \hline 123{\cdot}03 & \\ 2{\cdot}00 &= Z.H \\ \hline \end{aligned}$$

Der Höhenunterschied $h = \mathbf{121{\cdot}03}$

Die absolute Höhe des gemessenen Punktes ist daher = $180 + 121{\cdot}03 = \mathbf{301{\cdot}03\ m.}$

(Nach Formel $h = \frac{a \,.\, \alpha}{57}$ ergibt sich $d \,.\, \text{tang}\, \alpha = U$ fast ebenso genau : $\frac{1100 \,.\, 6{\cdot}31}{57} = 121{\cdot}7\ m.$)

Zum Zwecke der leichteren Berechnung der gemessenen Höhen werden bei der Militärmappierung Tabellen verwendet, in welchen ($d \,.\, \text{tg}\, \alpha$) für die verschiedenen Distanzen (Halbmesser) bereits berechnet ist. Die am Schlusse dieses Buches angehängten Tabellen sind für Winkel bis 10^0 von Minute zu Minute berechnet.

Die Rechnungen im Beispiele auf Seite 119 wurden mit Hilfe der diesem Buche angeschlossenen Tangententafeln entsprechend den Aufgaben 71, 74 und 75 durchgeführt.

Beispiel der Führung des Höhenmessbuches

zu Aufgabe: 71, 74 und 75.

Datum: $^{18.}/_{7.}$ 1897.																			
Standpunkt und Visurhöhe $K + JH$							$\triangle$ $A = 180{\cdot}0 + 1{\cdot}3 = 181{\cdot}3$					2 $\perp$ in der Südwest-Ecke = $192{\cdot}0 + 1{\cdot}3 = 193{\cdot}3$							
Anvisierter Punkt							1 Kuppe circa 1100× südöstlich des Standpunktes					3 $\perp$					4 Orts-eingang von A		
Kreislage							Baumspitze					Querbalken					Boden		
links	Lattenablesungen in Centimetern am	ob.		Faden	Schräge Distanz in Metern														
		mittl.																	
		unt.																	
	Nonius	1	+ / −	°	′	″	+	°	′	″		+	°	′	″		—	°	′	″
								6	18	30			0	2	.			0	15	.
		2	+ / −				+	6	18	30		+	0	4	.		—	0	17	.
rechts	Lattenablesungen in Centimetern am	ob.		Faden	Schräge Distanz in Metern														
		mittl.																	
		unt.																	
	Nonius	1	+ / −	°	′	″	+	°	′	″		+	°	′	″		—	°	′	″
								6	18	30			0	4	.			0	15	.
		2	+ / −				+	6	18	30		+	0	6	.		—	0	13	.
Winkel im Mittel			+ / −	°	′	″	+	°	′	″		+	°	′	″		—	°	′	″
								6	18	30			0	4	.			0	15	.
Schräge Distanz im Mittel						in Metern													
Reduction																			
Horizontale Distanz							1100					700					1470		
Berechnung des Höhenunterschiedes							1105 1105 121·55					81 0·81					44 175 305 6·455		
$\pm U$							+ 121·6		— .			+ 0·8		— .			+ .		— 6·5
$+ D$ | $- ZH$							0·1		2·0			.		5·0			0·2		.
Summe							121·7		2·0			0·8		5·0			0·2		6·5
$\pm h$							119·7		.			.		4·2			.		6·3
Absolute Höhe des Punktes = H							301·0					189·1					187·0		

Die gerechneten Höhen werden in das „Ausgleichsbuch" nach ihren fortlaufenden Nummern eingetragen. Das arithmetische Mittel aller Messungen wird, wie im folgenden Beispiele gezeigt, angemerkt.

Ausgleichsbuch des Mappeurs.

Seite	Messung in Bezug auf Punkt	Höhe in Metern	Depression in Metern	Höhenunterschied in Metern	Seite	Messung in Bezug auf Punkt	Höhe in Metern	Depression in Metern	Höhenunterschied in Metern
⊼ 1 = 283·6					⊼ 2 = 265·3				
1	△ Kaumberg	283·2	0·2	30	2	△ Kaumberg	265·3	0·2	20
1	⅄ Groisbach	283·6	0·1	15	2	⅄ Groisbach	264·1	0·5	35
1	△ Gaisholz	283·8	0·6	21	2	△ Gaisholz	266·7	0·3	19
1	⊼ 10	283·7	0·3	33	2	⊼ 1	265·1	0·1	18
3 ⊥ Kuppe bei *A* = 300·3					⟡ 4 Waldecke = 284·2				
3	⊼ 1	300·1	0·1	17	4	⊼ 1	283·1	0·5	0
3	△ Kaumberg	301·0	0·3	19	7	3 ⊥	285·3	0·1	15
3	⊼ 2	299·8	0·5	35	9	⊼ 2	284·1	0·3	19

72.

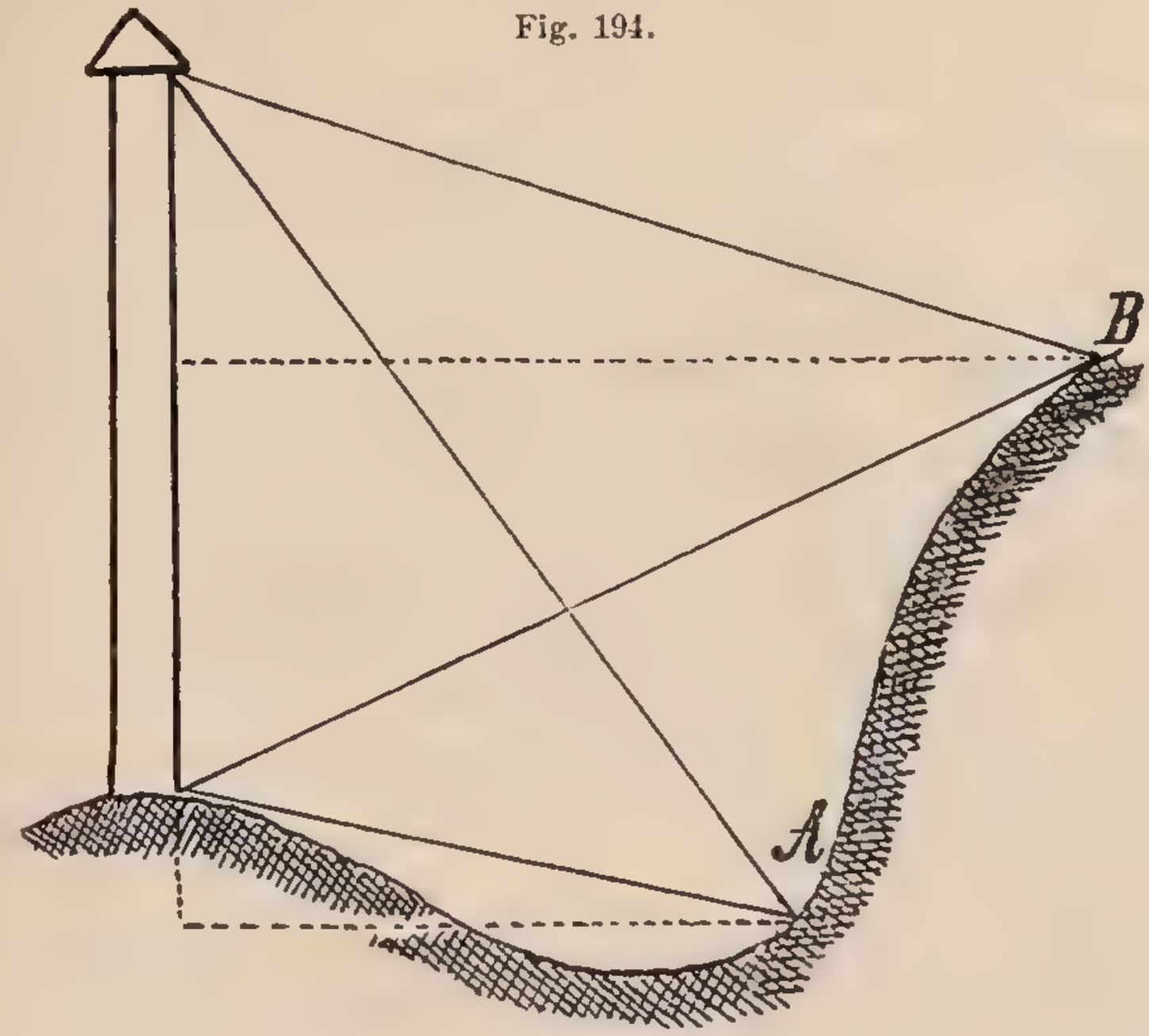
Die Höhe der ⅄ von der Aufgabe 53 (Fig. 125) **vom Boden bis zum Dachrand ist trigonometrisch zu bestimmen.**

Dies ist möglich, wenn man mittelst des Höhenmessers zwei Winkel misst, und zwar: zum Fußpunkte der Kirche, den man selbstverständlich zu diesem Zwecke sehen muss; und zum Dachrande.

Die Höhen werden extra berechnet, ihre algebraische Summe beziehungsweise Differenz gibt die verlangte Höhe.

Im Falle *A* Fig. 194 wird der Unterschied (Differenz), bei *B* die Summe der gemessenen Höhen gebildet.

Fig. 194.



Es sei hier bemerkt, dass man die Reductions-Elemente nur in Ausnahmsfällen praktisch auf diese Weise bestimmt. Die durch die Schuld des Beobachters, durch wechselnde atmosphärische Verhältnisse, und durch mangelhafte Instrumente entstehenden Fehler würden sich auf alle Höhenmessungen, wo diese Zeichenhöhe verwendet werden würde, übertragen.

Überdies kann die gewünschte Höhe leichter und genauer mittelst des Messbandes erlangt werden.

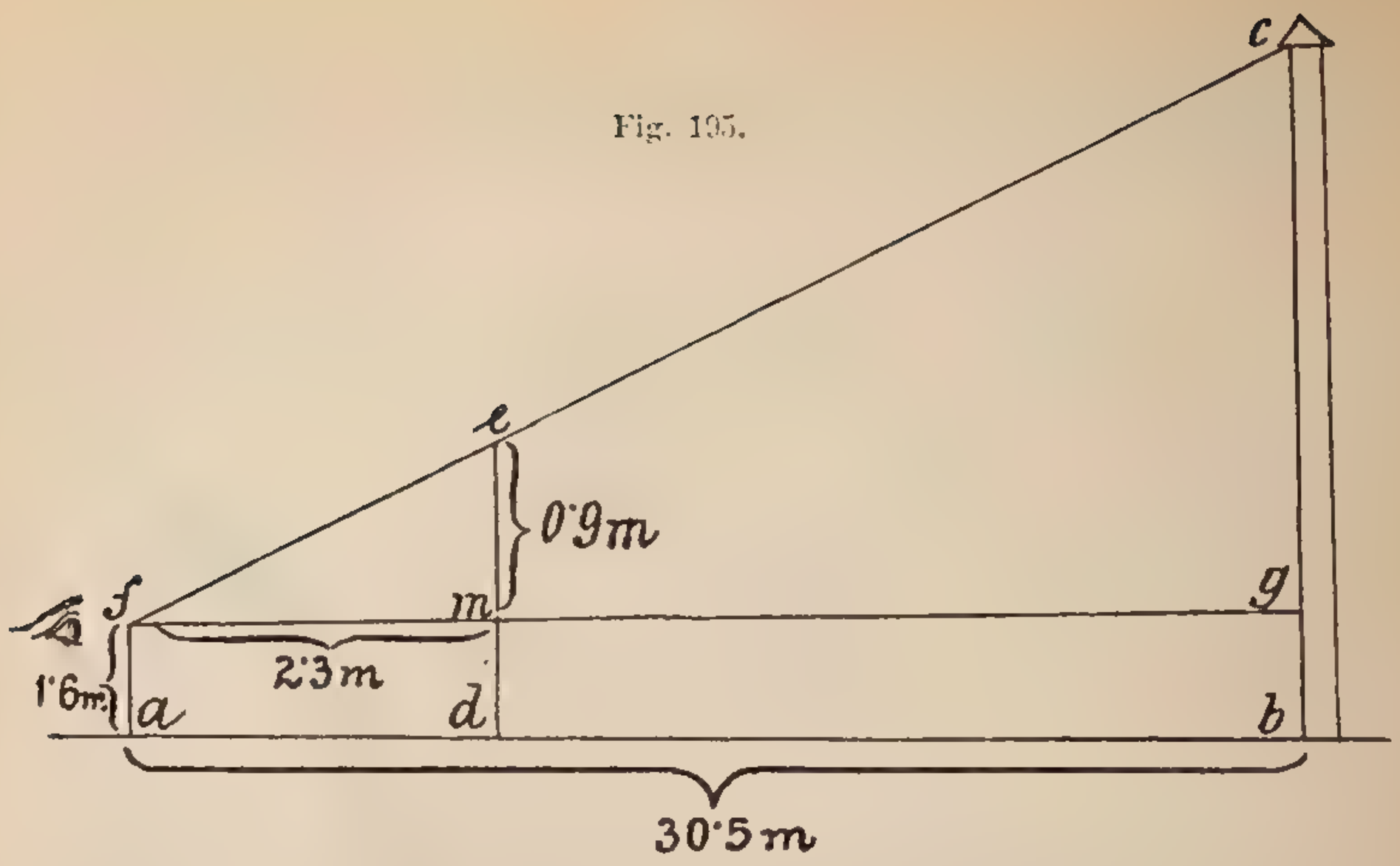
73.

Dieselbe Höhe der vorigen Aufgabe ist geometrisch zu bestimmen.

Wäre in der Fig. 195 a der eigene Standpunkt, bc der Kirchthurm und de eine Latte mit einer Centimeter-Eintheilung, ab die Entfernung bis zum Fußpunkte des Thurmes, ad jene bis zur Latte, so ergibt sich, nachdem $ad = fm$ und $ab = fg$ ist, infolge der Ähnlichkeit der Dreiecke fme und fgc folgende Proportion: $fm : fg = me : gc$, woraus

$$gc = \frac{fg \,.\, me}{fm}$$

Fig. 195.



Wäre $a\,b = f\,g$ mit dem Messbande gemessen $= 30{\cdot}5\,m$
„ $a\,d = f\,m$ „ „ „ „ $= 2{\cdot}3\,m$
„ $m\,e$ „ „ „ „ $= 0{\cdot}9\,m$

so ist $g\,c = \dfrac{30{\cdot}5 \times 0{\cdot}9}{2{\cdot}3} = 11{\cdot}93\,m$

Hiezu müsste die Augenhöhe $a\,f = 1{\cdot}6\,m$ addiert werden, $b\,c$ ist somit $= 1{\cdot}6\,m + 11{\cdot}93\,m = 13{\cdot}53\,m$.

Auch diese Art der Messung von Reductions-Elementen wird nur dort stattfinden, wo man diese mit dem Messbande nicht messen kann.

74.

Vom Standpunkte ♀ 192 (Fig. 125) **wurde eine Höhenmessung auf das Kreuz n. w. durchgeführt, wobei ein Höhenwinkel von $0^0\ 4'$ erhalten wurde. Welche ist die absolute Höhe des Kreuzes?**

Die Anlage beträgt $2{\cdot}8\,cm = 700\,m$.

Der Querbalken des Kreuzes betrage $5\,m$.

Die Depression ist nach vorstehender Tabelle bis zu $1000\,m = 0{\cdot}0\,m$.

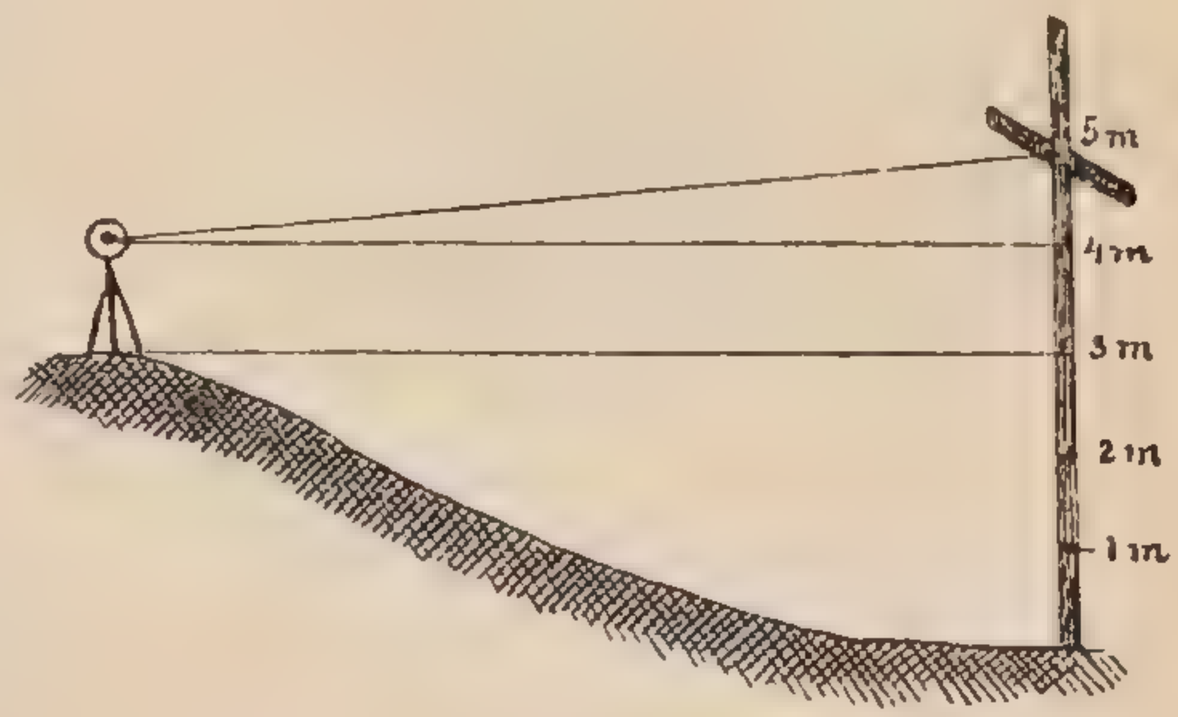
Die Lösung geschieht im Sinne der Aufgabe 71, somit

$$\log 700 = 2{\cdot}845098$$
$$\log \operatorname{tang} 0^0\ 4' = 7{\cdot}065786 - 10$$
$$\log U = 9{\cdot}910884 - 10$$
$$\boldsymbol{U = 0{\cdot}8144}$$
$$J\,H = 1{\cdot}30$$
$$D = 0{\cdot}00$$
$$\boldsymbol{h = 2{\cdot}1144\,m}$$

(Nach Formel $h = \frac{a \,.\, \alpha}{57} = \frac{700 \left(\frac{4}{60}\right)^{0.}}{57} = \frac{7000}{855} = 0{\cdot}81\,m$ ergibt sich somit d . tang $\alpha = U$ (ohne Logarithmen) ebenso genau.)

Die Höhe ($2{\cdot}1144\,m$) würde sich aber auf den Querbalken des Kreuzes beziehen. In diesem Falle wird man, da die Reductions-Elemente größer als der Höhenunterschied sind, nicht so wie bei Aufgabe 71 von der h die Zeichenhöhe abziehen, sondern der Einfachheit halber umgekehrt, was in nebenstehender Fig. 196 veranschaulicht wurde; daraus geht hervor, dass das Kreuz trotz des Höhenwinkels (auch + ∢ genannt) tiefer als der Standpunkt liegt.

Fig. 196.



$h = 5 - 2{\cdot}1 = 2{\cdot}9\,m$ oder in absoluter Höhe ausgedrückt

$192\,m - 2{\cdot}9 = \mathbf{189{\cdot}1\,m}$

Diese Art der Höhenmessung, bei welcher vom eigenen Standpunkte ein anderer Gegenstand bestimmt wird, nennt man „Vorwärtsmessung" zum Unterschiede von den „Rückwärtsmessungen", wo der eigene Standpunkt auf Grund anderer der Höhe nach bereits bestimmten Punkte gewonnen wird.

75.

Vom Standpunkte ∠ 192, Aufgabe 53 (Fig. 125) **wurde der Ortseingang unter einem Tiefenwinkel (— ∢) von 0° 15′ gemessen. Welche ist die absolute Höhe des Ortseinganges?**

Die Reductions-Elemente sind gleich Null, da der natürliche Boden gemessen wurde. Dies kann immer erfolgen, wo sich die Naturobjecte durch scharfe Merkmale wie Ecken und dergl. kennzeichnen.

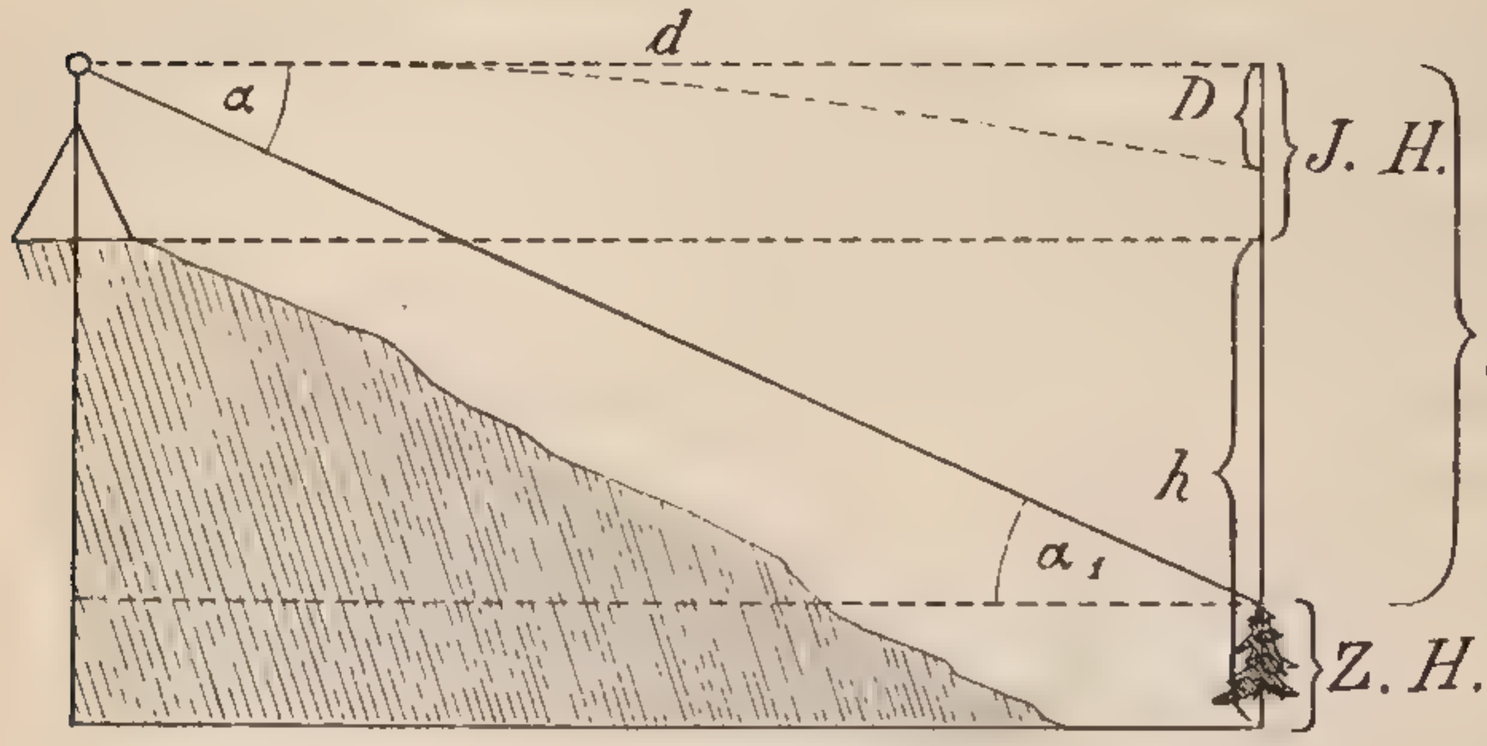
Die Horizontal-Entfernung beträgt $5{\cdot}9\,cm = 1475\,m$.

Die Refraction und Depression $= 0{\cdot}2\,m$.

Die Auflösung geschieht im Sinne der Aufgabe 71; nur beachte man Folgendes:

Gemessen wurde der $\sphericalangle \alpha$, welcher als Wechselwinkel $= \alpha_1$ ist. In diesem Falle wird man die Instrumentenhöhe sowie Depression abziehen und die Zeichenhöhe zum Höhenunterschiede addieren, was in nebenstehender Fig. 197 veranschaulicht wird.

Fig. 197.



Es ergibt sich somit bei einem Tiefenwinkel (auch $-\sphericalangle$ genannt) die Formel wie folgt:

$$h = (d \,.\, \text{tang}\ \alpha) - J.H + Z.H - D = \boldsymbol{U - J.H + Z.H - D.}$$

$$\begin{aligned} \log 1475 &= 3{\cdot}168792 \\ \log \text{ tang } 0^0\,15' &= 7{\cdot}639820 - 10 \\ \hline \log\ U &= 10{\cdot}808612 - 10 \\ \boldsymbol{U} &= \boldsymbol{6{\cdot}435} \\ Z.H &= 0{\cdot}0 \\ \hline & 6{\cdot}435 \\ D &= 0{\cdot}2 \\ J.H &= 1{\cdot}3 \\ \hline \text{Relative Höhe} &= \boldsymbol{4{\cdot}935\ m} \\ \text{Absolute Höhe} &= 192\ m - 4{\cdot}9\ m = \boldsymbol{187{\cdot}1\ m.} \end{aligned}$$

(Nach Formel $h = \frac{a \,.\, \alpha}{57} = \frac{1475 \,.\, 0{\cdot}15}{57} = 6{\cdot}46\ m$ ergibt sich die Berechnung von U (ohne Logarithmen) fast ebenso genau.)

Für die Praxis vereinigt man, wie dies aus dem Beispiele zur Führung eines Höhenmessbuches zu ersehen ist, die Formeln für Höhen- und für Tiefenwinkel zu einer Formel, welche dann für beide Fälle gilt.

Setzt man nämlich $d \,.\, \text{tg}\ \alpha = U$, so ist:

für $+\alpha$ . . . . . $+h = +U + J.H. + D - Z.H.$

„ $-\alpha$ . . . . . $-h = -U + J.H. + D - Z.H.$

woraus sich die vereinigte Formel ergibt

$$\pm \boldsymbol{h} = \pm \boldsymbol{U} + \boldsymbol{J.H.} + \boldsymbol{D} - \boldsymbol{Z.H.}$$

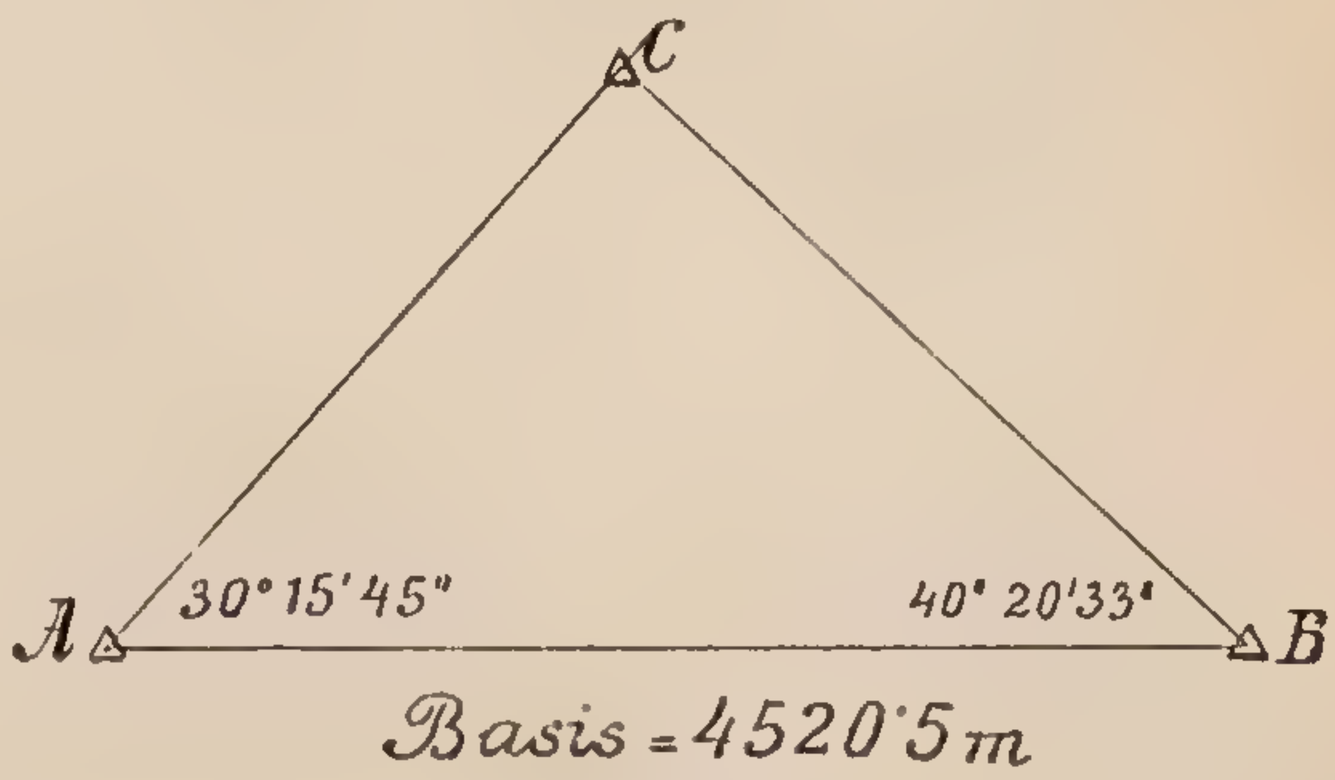
Alle Höhenmessungen werden womöglich unter 5^0 ausgeführt, seltener über 5^0, beinahe nie über 10^0, da mit der Zunahme des Winkels die Fehlergrenze bedeutend erhöht wird.

76.

Bei den astronomisch-geodätischen Vorarbeiten wurde die Basis mit 4520·5 *m* gemessen. (Fig. 198.)

Wie groß ist der Horizontalabstand des $\triangle C$ vom Basisanfangs- und -Endpunkte, wenn die mittelst des Theodoliten gemessenen Horizontalwinkel von *A* $30^0\ 15'\ 45''$ und von *B* $40^0\ 20'\ 33''$ betragen?

Fig. 198.



Die astronomisch-geodätischen Vorarbeiten werden seitens des k. und k. militärgeographischen Institutes zu dem Zwecke durchgeführt, um für die Arbeiten der eigentlichen Landesaufnahme (Mappierung) Anhaltspunkte zu gewinnen.

Zu den astronomisch-geodätischen Vorarbeiten gehören:

1. Die Basismessung.
2. Die Bestimmung der trigonometrischen Punkte der Lage und Höhe nach auf Grund der beobachteten Horizontal- und Verticalwinkel.
3. Die Bestimmung der geographischen Breite und Länge, sowie des Azimuthalwinkels.
4. Das Präcisions-Nivellement.

Einiges über Basismessung und Bestimmung der trigonometrischen Punkte wurde in der Aufgabe 43 angegeben.

Die Auflösung dieser Aufgabe erfolgt auf Grund folgenden Lehrsatzes: In jedem Dreiecke verhalten sich die Seiten wie die Sinus der diesen Seiten gegenüberliegenden Winkel. (Sinussatz.)

$$\frac{AB : AC = \sin C : \sin B}{AC = \frac{\sin B \,.\, AB}{\sin C}}$$

$$\sphericalangle B = 40^0\ 20'\ 33''$$
$$\sphericalangle A = 30^0\ 15'\ 45''$$
$$\sphericalangle C = 180 - (\sphericalangle A + B)$$

$A + B = 70^0\ 36'\ 18''$, somit $180^0 - 70^0\ 36'\ 18'' = 109^0\ 23'\ 42''$

$AB = 4520{\cdot}5$

$\sin B =$	$9{\cdot}811061 - 10$
$2{\cdot}48 \times 33'' =$	$+82$
	$9{\cdot}811143 - 10$
$\log AB =$	$3{\cdot}655138$
$96 \times 0{\cdot}5 =$	48
	$3{\cdot}655186$

$\sin C = \sin 109^0\ 23'\ 42'' =$	
dem Supplementwinkel =	
$70^0\ 36'\ 18'' =$	$9{\cdot}974614 - 10$
$0{\cdot}74 \times 42 =$	$+31$
	$9{\cdot}974645 - 10$

$$\log AC = (9{\cdot}811143 - 10 + 3{\cdot}655186) - 9{\cdot}974645 - 10$$

oder:

	$9{\cdot}811143 - 10$
	$3{\cdot}655186$
	$13{\cdot}466329 - 10$
	$9{\cdot}974645 - 10$
	$3{\cdot}491484$

$AC = 3100{\cdot}87$.

Auf dieselbe Weise kann die Entfernung BC berechnet werden.

$$AB : BC = \sin C : \sin A$$

$$BC = \frac{AB \,.\, \sin A}{\sin C}$$

$AB = 4520{\cdot}5\,m$

$\sphericalangle A = 30^0\ 15'\ 45''$

$\sphericalangle C = 109^0\ 23'\ 42''$ dessen Supplementwinkel $70^0\ 36'\ 18''$

$$\log BC = (\log AB + \log \sin A) - \log \sin C$$

oder ausgeführt:

$\log AB =$	$3{\cdot}655138$
$\log \sin A =$	$9{\cdot}702398 - 10$
	$13{\cdot}357536 - 10$
$\log \sin C =$	$9{\cdot}974627 - 10$
$\log BC =$	$3{\cdot}382909$

$BC = 2414{\cdot}15\ m$

77.

Die Horizontal-Entfernung dreier trigonometrischer Punkte auf einer von der Constructionsabtheilung des k. und k. militär-geographischen Institutes erhaltenen Militär-Aufnahmssection (1 : 25.000) (Fig. 199) **beträgt von**

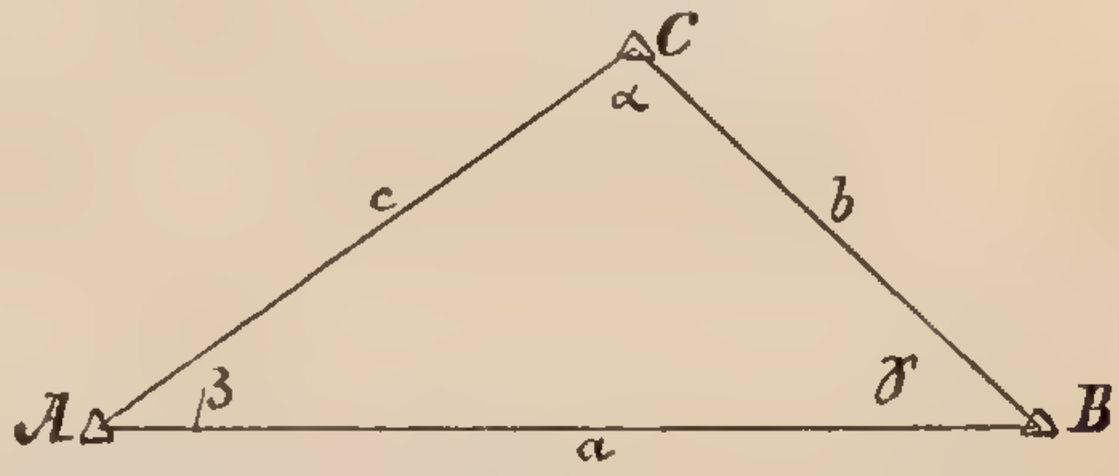
A nach B 18·081 cm, von
B nach C 9·660 cm, von
A nach C 12·402 cm.

Welche sind die Horizontalwinkel, die der Triangulator mittelst des Theodoliten gemessen hat, um die gegenseitige Entfernung der Punkte zu berechnen?

Nach Umwandlung der im verjüngten Maße 1 : 75.000 gegebenen Horizontal-Entfernungen erhält man:

$AB = 4520{\cdot}25\,m$
$AC = 3100{\cdot}50\,m$
$BC = 2415{\cdot}0\ \ m$

Fig. 199.



Die Lösung dieser Aufgabe geschieht am besten mit der Formel

$$\text{tang } {}^1/_2\,\alpha = \frac{r}{s-a}$$

$$\text{„ } {}^1/_2\,\beta = \frac{r}{s-b}$$

$$\text{„ } {}^1/_2\,\gamma = \frac{r}{s-c}$$

wobei s gleich der halben Summe der Dreiecksseiten ist und

$$r = \frac{\sqrt{(s-a)(s-b)(s-c)}}{s}$$

$a = 4520{\cdot}25$
$b = 2415{\cdot}0$
$c = 3100{\cdot}5$

$s = (10035{\cdot}75 : 2) = 5017{\cdot}875\,m$

5017·875	5017·875	5017·875
4520·25	2415·0	3100·500
$s-a = 497{\cdot}625$	$s-b = 2602{\cdot}875$	$s-c = 1917{\cdot}375$

$\log\ s-a = 2{\cdot}696898$
$\log\ s-b = 3{\cdot}415457$
$\log\ s-c = 3{\cdot}282713$

$9{\cdot}395068$
$\log\ s = 3{\cdot}700522$

$r^2 = 5{\cdot}694546$
$r = 2{\cdot}847273$

Da nun r bestimmt ist, kann man zur Berechnung der Winkel übergehen.

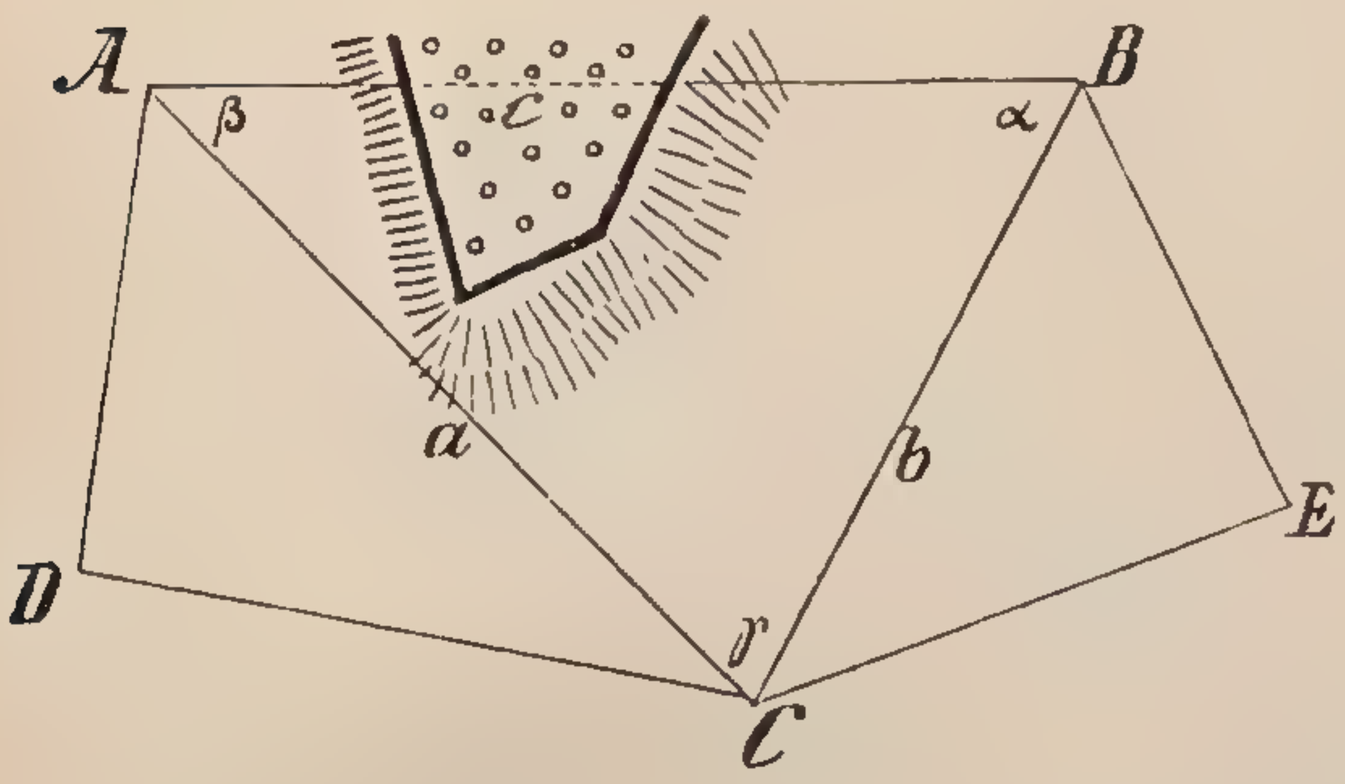
$$\text{tang}\,\frac{\alpha}{2} = 2{\cdot}847273 \qquad \text{tang}\,\frac{\beta}{2} = 2{\cdot}847273 \qquad \text{tang}\,\frac{\gamma}{2} = 2{\cdot}847273$$
$$2{\cdot}696898 \qquad\qquad 3{\cdot}415458 \qquad\qquad 3{\cdot}282713$$
$$10{\cdot}150375 - 10 \qquad 9{\cdot}431815 - 10 \qquad 9{\cdot}564560 - 10$$
$$\frac{\alpha}{2} = 54^0\ 43'\ 37'' \qquad \frac{\beta}{2} = 15^0\ 7'\ 28'' \qquad \frac{\gamma}{2} = 20^0\ 8'\ 55''$$
$$\alpha = 109^0\ 27'\ 14'' \qquad \beta = 30^0\ 14'\ 56'' \qquad \gamma = 40^0\ 17'\ 50''$$

78.

Bei der Triangulierung der Dreiecke ADC und BCE (Fig. 200) fand man die Seite $a = 2380\,m$ und $b = 1253\,m$ lang. Da zwischen AB ein höherliegender bewaldeter Rücken die Sicht unterbrochen hat, konnte der Triangulator die Winkel α und β nicht messen, sondern nur γ, welcher $30^0\ 25'\ 33''$ beträgt.

Wie groß ist die Entfernung der trigonometrischen Punkte A und B?

Fig. 200.



Die Parallele zu dieser Arbeit bildet bei der graphischen Triangulierung das „Seitwärts-Abschneiden", siehe Aufgabe 62.

Die Lösung dieser Aufgabe kann mittelst der Formel

$$(a + b) : (a - b) = \text{tang}\,\frac{\alpha+\beta}{2} : \text{tang}\,\frac{\alpha-\beta}{2}$$ erfolgen.

$$(\alpha + \beta) = 180^0 - \gamma = 149^0\ 34'\ 27''$$

$$a = 2380\,m$$
$$b = 1253\,m$$
$$a + b = 3633$$
$$a - b = 1127$$

$$\frac{\alpha+\beta}{2} = 74^0\ 47'\ 14''$$

$$\frac{\alpha-\beta}{2} = \frac{(a-b)\ .\ \text{tang}\,\frac{\alpha+\beta}{2}}{(a+b)}$$

$$\log\ 1127 = \ 3{\cdot}051924$$

$$\log\ \text{tang}\ \frac{\alpha+\beta}{2} = 10{\cdot}565537 - 10$$

$$13{\cdot}617461 - 10$$

$$\log\ (a+b) = \ 3{\cdot}560265$$

$$\log\ \text{tang}\ \frac{\alpha-\beta}{2} = 10{\cdot}057196 - 10$$

$$\frac{\alpha-\beta}{2} = \ 48^0\ 45'\ 43''$$

$$\frac{\alpha+\beta}{2} = \ 74^0\ 47'\ 14''$$

$$\alpha = 123^0\ 32'\ 57''$$

$$\beta = \ 26^0\ \ 1'\ 21''$$

Die weitere Berechnung erfolgt im Sinne der Aufgabe 76.

$$a : c = \sin\alpha : \sin\gamma$$

$$c = \frac{a\ .\ \sin\gamma}{\sin\alpha}$$

$$\log a = \log 2380 = \ 3{\cdot}376577$$

$$\log\ \sin\ 30^0\ 25'\ 33'' = \ 9{\cdot}704406 - 10$$

$$13{\cdot}080983 - 10$$

$$\log\ \sin\alpha = \sin 123^0\ 32'\ 57'' = \sin 56^0\ 27'\ 3'' = \ 9{\cdot}920902 - 10$$

$$\log\ c = \ 3{\cdot}160081 - 10$$

$$c = 1445{\cdot}70\ m$$

79.

Angenommen der Triangulator beginne seine Feldarbeit beim Punkte *D*. (Fig. 201.)

Nachdem er die Winkel $\alpha = 11^0\ 41'\ 35''$ und $\beta = 72^0\ 17'\ 41''$ gemessen hat, erhält er von seinem Nachbarn das Dreieck *A B C* ausgerechnet, wonach

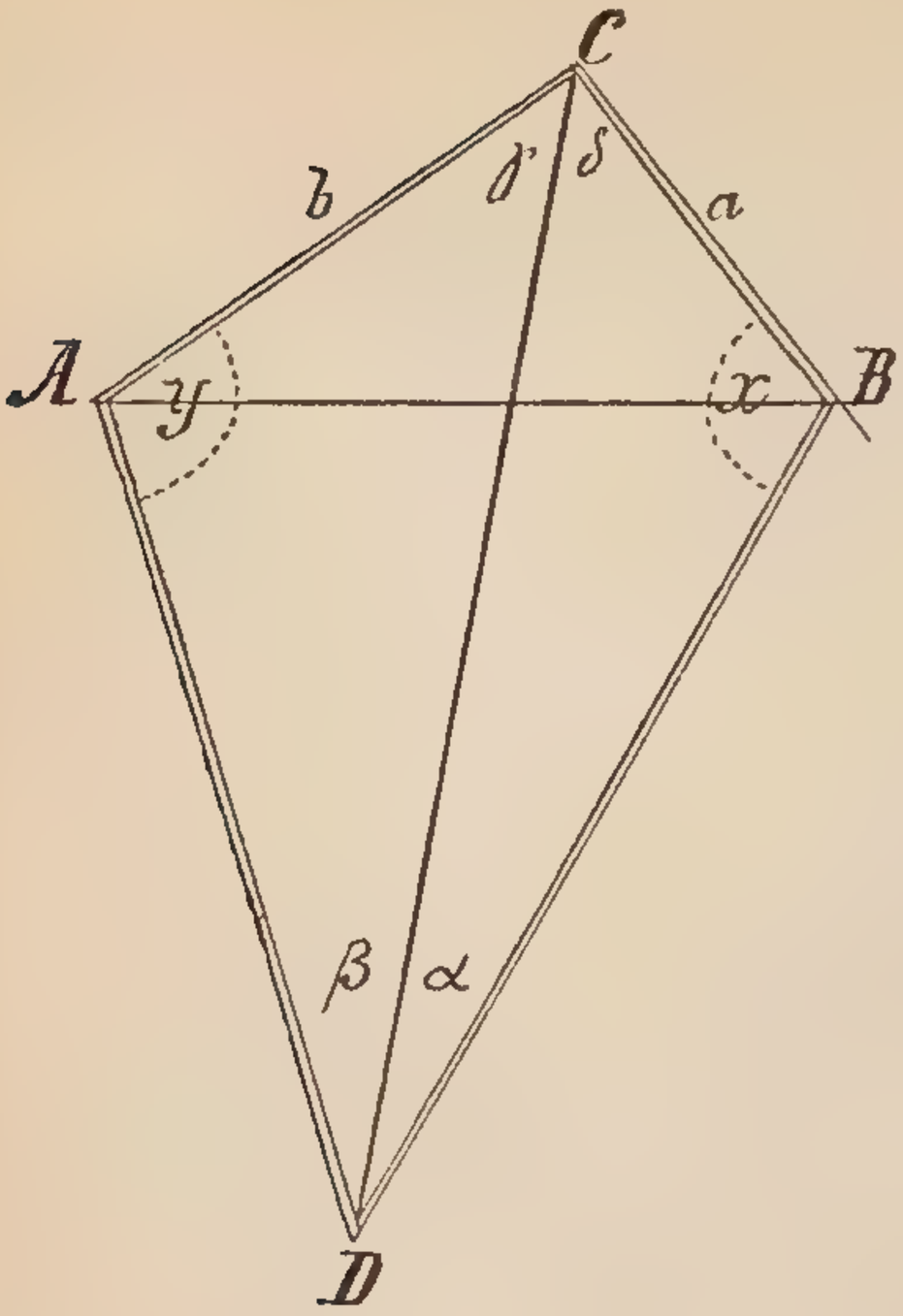
$$b = 2380\ m \text{ und } a = 1446\ m$$

$$\sphericalangle\ C = 32^0\ 46'\ 19'' \text{ ist.}$$

Welche ist die Lage des Standpunktes?

Hier handelt es sich um die Berechnung der Dreiecke ADC und CBD, was nach folgender Formel geschieht:

Fig. 201.



$$CD : a = \sin x : \sin \alpha$$

$$CD = \frac{a \,.\, \sin x}{\sin \alpha}$$

oder

$$CD : b = \sin y : \sin \beta$$

$$CD = \frac{b \,.\, \sin y}{\sin \beta}$$

$$x + y = 360 - (C + \alpha + \beta) = 243^0\ 14'\ 24''$$

$$\text{tang}\ \frac{x-y}{2} = \text{tang}\ \frac{x+y}{2} \,.\, \cot (45 + \varphi),$$

$$\text{wobei}\ \cot \varphi = \frac{b \,.\, \sin \alpha}{a \,.\, \sin \beta}$$

$\log\ b \quad = \log\ 2380 \quad = 3{\cdot}376577$
$\log\ \sin \alpha = \log \sin 11^0\ 41'\ 35'' = 9{\cdot}306786$

$\log\ b \,.\, \sin \alpha = 12{\cdot}683363$

$\log\ a \quad = \log\ 1146 \quad = 3{\cdot}160168$
$\log\ \sin \beta = \log \sin 72^0\ 17'\ 41'' = 9{\cdot}978925$

$\log\ a \,.\, \sin \beta = 13{\cdot}139093$

$\log a \,.\, \sin \beta = 13{\cdot}139094$

$\cot \varphi = 9{\cdot}544269$
$\measuredangle\ \varphi = 70^0\ 42'\ 56''$
$15^0 + \varphi = 115^0\ 42'\ 56''$
$180^0 - (45^0 + \varphi) = 64^0\ 17'\ 54''$

$$\text{tang}\ \frac{x+y}{2} = \text{tang}\ 121^0\ 37'\ 12'' = \text{tang}\ 180^0 - 121^0\ 37'\ 12'' =$$
$$= \text{tang}\ 58^0\ 22'\ 48'' = 10{\cdot}210641$$

$\log\ \cot\ 64^0\ 17'\ 54'' = 9{\cdot}682420$

$$\log\ \text{tang}\ \frac{x-y}{2} = 9{\cdot}893061$$

$$\frac{x-y}{2} = 38^0\ 1'\ 58''$$

$$\frac{x+y}{2} = 121^0\ 37'\ 13''$$

Durch Addition $x = 159^0\ 39'\ 11''$
„ Subtraction $y = 83^0\ 36'\ 15''$

$$CD = \frac{b \,.\, \sin y}{\sin \beta} = \frac{a \,.\, \sin x}{\sin \alpha}$$

$$AD = \frac{b \,.\, \sin \gamma}{\sin \beta}$$

$$BD = \frac{a \,.\, \sin \delta}{\sin \alpha}$$

$\log b =$	3·376577
$\log \sin y =$	9·997289
	13·373866
$\log \sin \beta =$	9·978926
$\log CD =$	3·394940
$CD =$	2482·78 *m*

$\log a =$	3·160168
$\log \sin x =$	9·541550
	12·701718
$\log \sin \alpha =$	9·306786
$\log CD =$	3·394932
$CD =$	2482·74 *m* [1])

Auf die gleiche Weise wird die Seite AD und BD erhalten. Die parallele Arbeit in der graphischen Bestimmung des Punktes D wird „Rückwärts-Einschneiden" genannt. (Siehe Aufgabe 63.)

[1]) Um genau übereinstimmende Resultate zu erhalten, müsste man sieben- oder mehrstellige Logarithmentafeln gebrauchen.

Anhang.

Die meisten Aufgaben, welche abgehandelt wurden, zielen darauf hin, das Verständnis für ein richtiges Kartenlesen zu erwecken, weshalb sie nur dann von Nutzen sein werden, wenn sie nach Absolvierung des theoretischen Theiles sofort und wiederholt praktisch auf der Karte gelöst werden.

Nur auf diese Weise wird man sich jene Vertrautheit mit derselben aneignen, die für jeden Officier absolut nothwendig ist. Da wir aber zumeist mit der Specialkarte, respective Generalkarte arbeiten müssen, so seien im Nachfolgenden diesen Karten einige Worte kurz gewidmet, umsomehr, als viele wichtige Momente, welche in den Aufgaben nicht abgehandelt werden konnten, zum Lesen und zum Verständnis derselben ihren Theil beitragen werden. Damit dieses Büchlein zugleich ein Behelf für die Arbeiten der Terrainaufnahme bilde, wurden in dem Anhange die Tangententafeln von Minute zu Minute für Winkel bis zu 10^0 aufgenommen. Aus demselben Grunde wurden am Schlusse desselben die Tafeln zur barometrischen Höhenrechnung mit einer kurzen Erläuterung beigefügt.

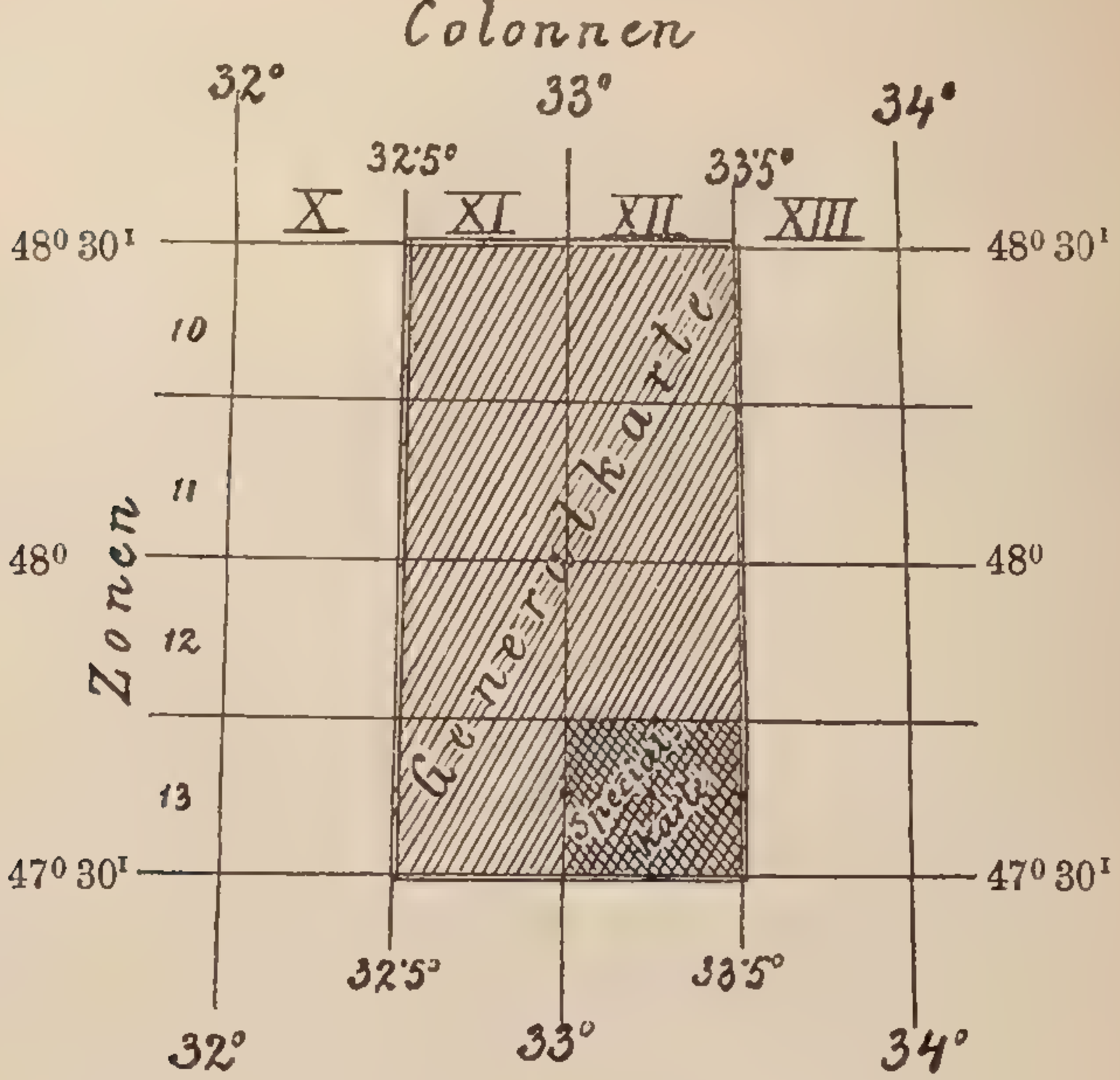
Specialkarte.

Die Specialkarte wird auf Grund der bei der Militär-Mappierung hergestellten Original-Aufnahme 1 : 25.000 im k. und k. militärgeographischen Institute verfertigt.

Es wird zunächst die Original-Aufnahme photographisch auf das Maß 1 : 75.000 (früher 1 : 60.000 als Übergang) verkleinert (reduciert), dann durch zwei Officiere der topographischen Abtheilung des obenerwähnten Institutes so hergerichtet, dass alle Details, welche

in dem nun kleineren Maße die Deutlichkeit beeinträchtigen, weggelassen oder reduciert werden. Hiezu zeichnet ein Officier das Gerippe, ein anderer das Terrain. Die Vereinigung beider Blätter bildet die nun fertige Specialkarte.

Fig. 202.



Größe und Bezeichnung.

Im allgemeinen ist eine Specialkarte $^1/_8$ der Fläche, welche von zwei Meridianen und zwei Parallelen eingeschlossen ist, und wird aus der Vereinigung von vier Militär-Aufnahmssectionen gebildet, was aus Fig. 202 ersichtlich ist.

Die Vereinigung von acht Specialblättern gibt eine Generalkarte.

Die Fläche der ganzen Monarchie ist im Sinne der Fig. 202 in Zonen und Colonnen eingetheilt, welche Bezeichnung am linken oberen Rande der Karte angesetzt wird. Überdies wird dieselbe mit dem Namen der größten darin enthaltenen Ortschaft bezeichnet, z. B. Name, Zone 13, Col. XII.

Umgebungskarten.

So nennt man jene Karten, welche vom k. und k. militärgeographischen Institute dermaßen hergestellt werden, dass der Hauptort (Garnison) in die Mitte zu stehen kommt.

Wert der Specialkarte.

Der Wert einer Specialkarte liegt im richtigen und vollständigen Lesen derselben.

Vor allem ist es aber nöthig zu wissen, welche Anforderungen an eine Specialkarte gestellt werden können.

In dieser Beziehung ist das Alter derselben in erster Linie maßgebend. Man findet die Jahreszahl der Herausgabe, beziehungsweise jene der Berichtigungen an der rechten unteren Ecke angemerkt. Letztere beziehen sich hauptsächlich auf Veränderungen von Communicationen, Ortschaften etc., eventuell auf eine charakteristischere Wiedergabe einzelner im Terrain auffallender Formen.

Seit dem Erscheinen der Karte können in der Natur große Veränderungen vorgekommen sein, welche erst bei der nächsten Aufnahme (Reambulierung, Recognoscierung) richtiggestellt werden.

Zu diesen Veränderungen zählen beispielsweise:

Ausrodung von Wäldern, Auflassung von Communicationen, Verschwinden von Orientierungsobjecten, Abbrennen von Ortschaften, Neubauten im allgemeinen.

Bezüglich der Darstellung seien hier bloß die Unterschiede zwischen den colorierten Plänen und der Specialkarte erwähnt.

1. Wohnstätten und andere Bauten.

Da in der Specialkarte alles schwarz erscheint, so ist der Unterschied zwischen Wohn- und Wirtschaftsgebäuden einerseits und zwischen hölzernen und steinernen Bauten anderseits nicht wahrzunehmen.

Bei Gassen wird durch die Breite hervorgehoben, ob sie befahrbar sind oder nicht. Alle anderen Zeichen sind gleich jenen der Pläne.

2. Einfriedungen.

So wie bei den Plänen.

3. Dämme und Gräben.

So wie bei den Plänen.

4. Culturen.

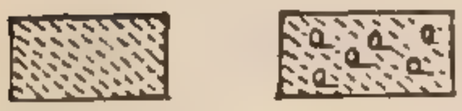
Fig. 203.

Hutweide und Wiese sind von einander nicht zu unterscheiden. Beide werden wie Fig. 203 dargestellt.

Die Culturlinien der Pläne werden durch eine punktierte Linie ersetzt.

Obst- und Gemüsegärten erhalten nachstehende (Fig. 204) Bezeichnung.

Fig. 204.

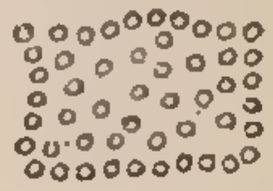


Gestrüppe und Gebüsch werden als Flächen mit Baumwuchs dargestellt, die Lisièren sind durch regelmäßig nebeneinandergestellte Bäume ersichtlich. (Fig. 205.)

Wälder werden mit unregelmäßig nebeneinander gesetzten Ringelchen dargestellt, welche bei der Waldlisière eine dichte, zusammenhängende Reihe bilden. (Fig. 206.)

Fig. 205.

Fig. 206.



Der Baumwuchs wird wie bei Plänen mit einem Charakterbaume ersichtlich gemacht.

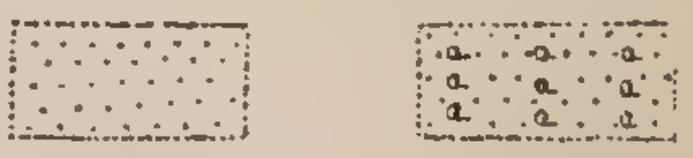
Walddurchschläge sind durch zwei feine parallele Linien dargestellt. (Fig. 207.)

Remisen werden wie die Wälder dargestellt.

Weingärten sind durch schachbrettförmig angeordnete Punkte wiedergegeben; bei solchen italienischer Cultur werden überdies die Bäume gezeichnet. (Fig. 208.)

Fig. 207.

Fig. 208.



5. Bodenarten.

Stehende Gewässer werden mit horizontalen parallelen Linien schraffiert, ansonsten wie bei Plänen. (Fig. 209.)

Fig. 209.

6. Communicationen.

Hauptverbindungswege sind zweimal so dick als die Nebenwege gezeichnet; ansonsten wie bei Plänen.

7. Details bei Communicationen.

Die Kilometrierung wird bei der Neuausgabe immer ausgedrückt. Die Striche ragen über die Ränder der Chaussee nicht hervor.

Stütz-, Schutz- und Futtermauern erhalten keine Cotierung.
Bei Haltestellen werden die Einfriedungen nicht gegeben.
Bei Wächterhäusern entfällt das Numero und das *Wh.*

8. Trinkwasser-Gewinnung.

So wie bei Plänen.

9. Fließende Gewässer.

Die Wasserfläche wird mit zur Flussrichtung parallelen Linien schraffiert. (Fig. 210.)

Nicht durchwatbare künstliche Wassergräben werden dicker als die durchwatbaren gezeichnet.

Fig. 210.

10. Stehende Binnengewässer.

So wie bei Plänen, bezüglich der Wasserfläche siehe Punkt 5.

11. Details bei Gewässern.

Wasserfälle bleiben weiß.

Die Ufer werden selten cotiert.

Eine Wehr aus Stein wird, wie Fig. 210 zeigt, von einer aus Holz unterschieden.

Ansonsten wie bei Plänen.

12. Übergänge.

So wie bei Plänen.

13. Signaturen an Meeresküsten.

Wie bei Plänen, das Wasser wird schraffiert.

14. Besondere Signaturen.

Wie bei Plänen.

15. Höhenangaben und besondere Terraindetails.

Der Unterschied zwischen controlierten und nicht controlierten Höhenpunkten der Detailaufnahme entfällt.

Ansonsten wie bei Plänen.

16. Schichtenlinien.

In Anwendung kommen solche von 100 *m* und solche von 50 *m* relativem Höhenunterschied; letztere jedoch nur im flachen Terrain. (Fig. 211.)

Fig. 211.

17. Schraffenscala.

Bei der Normal-Schraffenscala für die Specialkarte entfallen circa 20 Schraffen auf 1 cm^2, bei Böschungen unter 5° aber nur 16.

Der Theil, der nach einer solchen Eintheilung auf eine Schraffe sammt Intervall entfällt, wird in 80 gleiche Theile getheilt, von denen je nach der Gradation eine gewisse Anzahl schwarz ist, die Ergänzung auf 80 aber licht gehalten wird.

Das Verhältnis zwischen Licht und Schatten für die Normal-Schraffenscala wurde bereits in der Aufgabe 11 erläutert.

Es ist aber unmöglich, dieses Verhältnis nach dem Augenmaße zu finden, weshalb zur leichteren Beurtheilung der Gradation durch Vereinfachung der Zahlen im Nachfolgenden ein Hilfsmittel geboten wird.

Es verhält sich der Schatten zum Licht (Schraffe und Intervall):

Von	45°	aufwärts	wie	48 : 32	oder rund	wie	50 : 30	gleich	5 : 3	rund	wie	**2 : 1**
„	40°	bis	45°	„	43 : 37	„	„	„	40 : 40	„	4 : 4	„	„	**1 : 1**
„	35°	„	40°	„	38 : 42	„	„	„	40 : 40	„	4 : 4	„	„	**1 : 1**
„	30°	„	35°	„	33 : 47	„	„	„	30 : 50	„	3 : 5	„	„	**1 : 2**
„	25°	„	30°	„	28 : 52	„	„	„	30 : 50	„	3 : 5	„	„	**1 : 2**
„	20°	„	25°	„	23 : 57	„	„	„	20 : 60	„	2 : 6	„	„	**1 : 3**
„	15°	„	20°	„	18 : 62	„	„	„	20 : 60	„	2 : 6	„	„	**1 : 3**
„	10°	„	15°	„	13 : 67	„	„	„	10 : 70	„	**1 : 7**			
„	5°	„	10°	„	8 : 72	„	„	„	10 : 70	„	**1 : 7**			

Es ergibt sich somit:

1. Bis zu 10° Steigung als Grenze der Bewegung von **Infanterie** und **Cavallerie** beziehungsweise **Artillerie** in geschlossener Ordnung ein Theil schwarz und sieben Theile licht.
2. Für Gradationen bis 15° als Grenze der Fahrbarkeit für **Artillerie** ein Theil schwarz und sieben Theile licht.
3. Für Gradationen von 15° bis 25° als Grenze für die Bewegung der **Infanterie** in gelockerter Ordnung ein Theil schwarz und drei Theile licht.
4. Für Gradationen von 25° bis 35° als Grenze für die Bewegung der **Infanterie** „einzeln" ein Theil schwarz und zwei Theile licht.
5. Für Gradationen von 35° bis 45° als Grenze für die Gangbarkeit überhaupt ein Theil Schatten und ein Theil licht.
6. Für Gradationen über 45°, welche nur erklommen werden können, zwei Theile Schatten und ein Theil Licht.

Bezüglich der Schätzung der sanfteren Böschungen sei hier auf den Umstand aufmerksam gemacht, dass die Schraffen unter

5° (Bergfüße, Wellen etc.) wegen des Druckes zumeist zu dick ausfallen, was man stets zu berücksichtigen hat.

18. Felsen und Gletscher.

Felsen und Gletscher werden mittelst einer horizontalen Schraffierung dargestellt, welche den Charakter der Form noch deutlich erkennen lässt. (Fig. 212.)

Fig. 212.

19. Terraintheile.

Die Terraintheile werden nach denselben Principien, welche für Pläne gelten, dargestellt, mit besonderer Rücksicht darauf, dass die Charakteristik eines Gebietes oder selbst einzelner zur Orientierung besonders geeigneter Formen gewahrt bleibe.

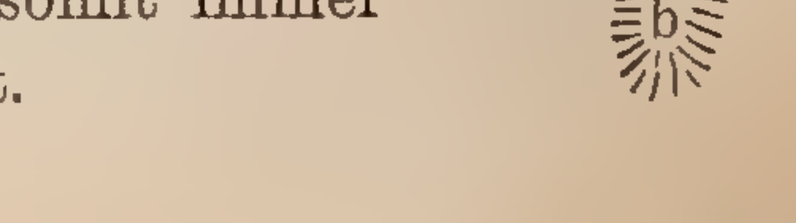
Es ist jedoch öfters nothwendig, mit Rücksicht auf den relativ kleinen Maßstab der Karte einzelne Terrainformen entweder zu reducieren oder selbst ganz wegzulassen.

Besonders der letztere Umstand macht dem Laien nicht geringe Schwierigkeiten beim Kartenlesen, weshalb er die Karte öfters als schlecht in dem Momente verwirft, wo er in der kleinen Fläche nicht alles findet, was in der Natur ist.

Die Theorie des Planlesens wird dem Anfänger über manche Klippen, die sich ihm diesbezüglich entgegenstellen, hinweghelfen; hier seien zunächst nur zwei Momente hervorgehoben, welche sehr häufig vorkommen und einigermaßen von Wichtigkeit sind.

a) Die schiefe Stellung der Schraffenspitzen gegen *a* und *b* in Fig. 213 deutet darauf hin, dass bei *a* und *b* Kuppen vorhanden sind.

Fig. 213.



b) Die schiefe Stellung der Schraffen gegen *a* (Fig. 214) deutet darauf hin, dass der Absatz eine geringe Neigung gegen *b* besitzt. Es wäre daher falsch, alle weiß gelassenen Flächen in der Specialkarte auf Grund der Lehmann'schen Theorie ohneweiters als horizontal anzunehmen, da bei einer größeren Anlage, selbst bei einem geringen Böschungswinkel die Höhe von Bedeutung werden kann.

Fig. 214.

Bezüglich der Rückenlinien sei man somit immer auf die Form der Schraffenspitzen bedacht.

Dotierung.

Im Kriege erhalten die niederen Commanden bis einschließlich der Brigade keine Specialkarten.

Generalkarte.

Die Generalkarte im Maße 1 : 200.000, auch neue Generalkarte (Kriegskarte, Manövrierkarte) genannt, wird auf Grund der Specialkarte 1 : 75.000 verfertigt.

Sie entsteht durch die Zusammenstellung von acht Specialkarten-Blättern (siehe Fig. 202); ihre Grenzen sind die Linien der halben Grade von zwei Meridianen und zwei Parallelkreisen, welche als Gerade dargestellt werden, nachdem der dadurch entstehende Fehler noch innerhalb der Linie bleibt.

Bezeichnung.

Die Zusammenstellung der Blätter ist so angeordnet, dass die ganzen Graden die Mittellinien bilden.

Die Blätter werden nach dem wichtigsten Ortsnamen und nach dem Längen- und Breitengrade benannt, z. B.:

33° 45° Zengg

wobei 33° die geographische Länge, 45° die geographische Breite vom Meridian von Ferro an gerechnet ausdrückt. Mit Hilfe der an den Rändern befindlichen Untereintheilung ist man leicht in den Stand gesetzt, die geographische Lage eines jeden Punktes durch eine einfache Construction zu bestimmen.

Sonstige Daten.

Die Bearbeitung der Generalkarte wurde im Jahre 1888 begonnen und dürfte 1899 beendet werden.

Das ganze Kartenwerk wird aus 260 Blättern bestehen, und sich vom Meridian von Odessa bis zu jenem von Cöln einerseits, anderseits vom Parallel von Stettin bis zu jenem von Constantinopel erstrecken.

1 *cm* auf der Generalkarte entspricht 2 *km* (2666$^{\times}$) in der Natur.

Erzeugung.

Zuerst wird ein Entwurfsblatt im Maße 1 : 200.000[1]) und nach dem Zeichenschlüssel für die Generalkarte auf eigene Netzblätter

[1]) Früher 1 : 170.000 als Übergang.

mit freier Hand[1]) gezeichnet, wobei jedes störende Detail mit Rücksicht auf den verkleinerten Maßstab weggelassen wird.

Von diesem Entwurfsblatte werden mittelst Photolithographie Blaudrücke 1 : 200.000 erzeugt, und zwar ein Blaudruck für Schrift und Gerippe (schwarz), ein Blaudruck für die Terrainformen (braun) und einer für den Waldton (grün). Auf dem Blaudrucke für die Schrift und das Gerippe werden auch die Gewässer ausgezogen, welche später auf einen eigenen Stein übertragen werden, da sie in der Karte blau erscheinen sollen.

Auf heliographischem Wege werden die gezeichneten Blaudrücke auf Kupferplatten übertragen und sodann auf Stein umgedruckt. Nur der Waldton wird direct am Steine angelegt.

Auf diese Weise sind für jedes Generalkartenblatt beim Zusammendrucke vier Steine nöthig, und zwar: Der Terrainstein (braun), der Gewässerstein (blau), der Gerippstein (schwarz) und der Waldtonstein (grün).

Wert der Generalkarte.

Da im Mobilisierungsfalle alle Commanden von der Compagnie angefangen mit der Generalkarte betheilt werden, was mit der Specialkarte nicht der Fall ist, so ist jene unsere eigentliche Kriegskarte. Trotz ihres kleinen Maßstabes wird sie in allen Fällen sehr gute Dienste leisten, wo es sich um die Orientierung, um taktische Dispositionen, um Lager, Märsche in großen Zügen, selbst um Gefechte handelt.

Da, wie schon erwähnt, der Wert einer Karte vom Lesen derselben abhängt, anderseits aber die conventionellen Bezeichnungen das Alphabet zum Kartenlesen sind, so werden im Nachfolgenden zur leichteren Erlernung derselben die Unterschiede zwischen jenen der Specialkarte und jenen der Generalkarte hervorgehoben.

1. Wohnorte.

Dieselben werden, falls ihre Größe es erlaubt, im Grundrisse dargestellt, im anderen Falle mit Ringen bezeichnet. (Fig. 215.)

Fig. 215.

◎ Stadt

◉ Markt

○ Dorf

[1]) Seit neuester Zeit werden Versuche mit photographischer Reproduction angestellt.

Bezüglich der Kirchen (Fig. 216) sei Folgendes bemerkt:

1. Bei größeren im Grundrisse gezeichneten Ortschaften wird dieselbe viereckig und am Rande der Ortschaft gezeichnet.

Fig. 216.

2. Bei Pfarrdörfern, wo mehr Raum bleibt, werden die Kirchen viereckig und an ihrer wahren Stelle gezeichnet.

3. Bei kleineren Ortschaften werden die Kirchen mit einem auf dem Ringe aufgesetzten Kreuze gegeben.

2. Objecte.

Signaturen, welche auch in nicht deutschen Gebieten mit deutscher Beschreibung angewendet werden, sind am unteren Blattrande verzeichnet.

Wegen Mangel an Raum können die erklärenden Anfangsbuchstaben bei einzelnen conventionellen Bezeichnungen weggelassen werden.

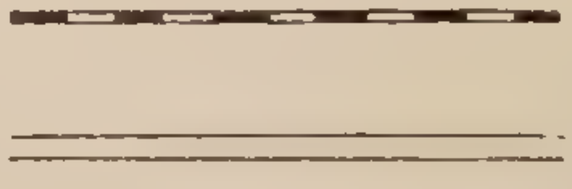
Klöster werden mit einem Ringelchen und aufgesetztem Kreuze (Halbmond etc.) bezeichnet.

3. Communicationen.

Eingeleisige Eisenbahnen sind mit einer dicken Linie gegeben. Bei zweigeleisigen Eisenbahnen ist diese Linie mit Querstrichen versehen. (Fig. 217.)

Fig. 217.

Fig. 218.



Stationen werden mit einem weißgelassenen Vierecke auf jener Seite, auf welcher sich das Aufnahmsgebäude befindet, dargestellt. (Fig. 217.)

Schmalspurige Eisenbahnen werden wie Eisenbahnen mit einem Geleise auf der Specialkarte dargestellt.

Bessere (straßenartige) Fahrwege sind mit zwei dünnen parallelen Linien gegeben. (Fig. 218.)

4. Culturen.

Der Wald wird, wie schon erwähnt, grün dargestellt, ohne besondere Bezeichnung der Waldlisièren.

Walddurchschläge sind mit zwei braunen parallelen Linien gegeben.

Obstgärten, Baumreihen und Baumgruppen werden gleichartig wie Baumgruppen auf der Specialkarte und nur dann dargestellt, wenn sie in der Ebene und im Flachlande den Charakter der Bedeckung geben.

Die Einfriedungen sind als Zäune dargestellt, wenn sie ausgedehnte Bewegungshindernisse bilden.

Reisfelder werden blau gegeben.

5. Gewässer.

Dieselben sind durchgehends blau dargestellt.

Die Bezeichnung der Richtung fließender Gewässer mit einem Pfeile entfällt, hingegen wird die Unterscheidung in schiffbare und nicht schiffbare gemacht.

Nicht schiffbare Canäle sind mit einer geraden Linie gegeben.

6. Trinkwasser-Gewinnung.

Von den Quellen sind nur bemerkenswerte gegeben und zwar so wie die minderergiebigen in der Specialkarte, jedoch blau dargestellt.

Wasserleitungen sind mit kleinen untereinander verbundenen Vierecken dargestellt. (Fig. 219.)

Fig. 219.

7. Details bei Gewässern.

Dampfschiffstationen werden seitwärts des Flusses gestellt und mit einem Dampfschiffzeichen ohne Beschreibung dargestellt.

8. Übergänge.

Von den Überfuhren sind nur jene für Fuhrwerke, und zwar ohne punktierte Querlinie gegeben.

Eiserne Brücken werden so wie die steinernen dargestellt.

Bei Trajecten (Dampffähren) wird nur das Schiff gegeben und der untere Theil ganz schwarz gezeichnet.

Bei Brücken mit schwimmenden Unterlagen wird nur eine Unterlage gezeichnet.

Brücken über „durchwatbare" Wasserlinien sind gewöhnlich ausgelassen.

9. Signaturen an Meeresküsten.

Die Isobathen von 5 *m* Tiefe sind strichuliert, jene von 10 *m* Tiefe als ganze Linien gegeben.

Bänke und Riffe werden schraffiert.

Leuchtfeuer und Leuchtthürme sind mit ☼ gegeben.

10. Besondere Signaturen und Höhenangaben, besondere Terraindetails.

Alle jene Zeichen, die gegeben werden, so wie in der Specialkarte.

11. Schichtenlinien.

Werden nicht dargestellt, dafür ist die Karte reichlich mit Coten versehen.

12. Schraffierung.

Wird braun ausgeführt auf Grund pausierter und reducierter Schichtenlinien, welche dann ausbleiben.

Die Schraffierung wird in dem kleinen Maßstabe hauptsächlich den Charakter des Terrains zum Ausdrucke bringen.

13. Resumé.

Das Wegnetz ist in der Generalkarte ziemlich detailliert gegeben, nur in Gegenden, wo an und für sich viele Communicationen vorkommen, werden einzelne minderwichtige weggelassen.

Man wird somit imstande sein, ziemlich weitausgreifende Marsch-Dispositionen auf Grund dieser Karte zu geben.

Steigungsverhältnisse der Communicationen können nur in großen Zügen aus der Karte ermittelt werden.

Das Wassernetz ist beinahe vollständig gegeben, was einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Gangbarkeit abseits der Communicationen, sowie hinsichtlich natürlicher Terrainabschnitte darbietet.

Die Bodenculturen werden nur in dem Maße dargestellt, als sie ein ausgiebiges Hindernis bilden, weshalb nur Wälder, Wein- und Hopfengärten, große Obstgärten und Baumreihen, dann Reisfelder zur Darstellung gelangen.

Bezüglich der Bodenkruste gilt ebenso als Grundsatz, alle die Bewegung beeinflussenden Momente darzustellen. Es kommen deshalb nasser Boden, Sumpf, Schilfwuchs, Sand-, Stein-, Fels- und Gletscherboden zur Darstellung.

Bauten, Einfriedungen, sowie die Bodenerhöhungen sind charakteristisch gegeben, so dass selbst in dieser Hinsicht militärisch wichtige Momente, welche einen Einfluss auf die Orientierung, Ruhe, Bewegung und Gefecht haben können, zur Anschauung gelangen.

Die Generalkarte wird somit für Detailanordnungen nie ausreichen, weshalb zu diesem Zwecke immer eine Recognoscierung des Terrains nöthig sein wird.

Eine vorzüglich durchgeführte und detaillierte Beschreibung sowohl der Special- als der Generalkarte gibt uns eine diesbezügliche. vom k. und k. Hauptmann Umann herausgegebene kartographische Skizze.

Gebrauchs-Anweisung

der Tangententafeln zum Höhenrechnen.

Siehe die Aufgaben 71 bis 75.

Die Benützung wolle aus folgendem Beispiele ersehen werden:

Gegeben $\sphericalangle \alpha = 5^0\ 31'$ $\qquad h = d \times \text{tang}\ \alpha$

Distanz $= 1530\,m$

Man schlage die Tafel für $5^0\ 31'$ auf.

Von den Zahlen, welche in der Horizontal-Rubrik $5^0\ 31'$ enthalten sind, werden jene, welche jeder einzelnen Ziffer der Distanz entsprechen, herausgeschrieben, in diesem Falle somit für 3, für 5 und für 1; wofür die Bezeichnung am Kopfe sich befindet.

Man findet mithin bei $5^0\ 31^{\text{I}}$ in der Colonne 1 die Zahl 966

„ „ „ 5 „ „ 4829

„ „ „ 3 „ „ 2897

Diese so erhaltenen Zahlen werden so wie bei einer Multiplication untereinander geschrieben und addiert, z. B.:

für	1	966		oder	für	3	2897
„	5	4829			„	5	4829
„	3	2897			„	1	966
		147787					147787

Wenn die Zahl der Distanz eine Null am Ende hat, so werden bei der durch die Addition erhaltenen Ziffer drei Stellen von rechts nach links als Decimalien abgeschrieben, bei zwei Nullen hingegen zwei Stellen, bei drei Nullen nur eine Stelle.

In diesem Falle wären drei Stellen abzuschreiben, mithin

$$\text{Höhe} = 1530 \times \text{tang}\ 5^0\ 31' = 147{\cdot}787\,m$$

Wäre die Distanz beispielsweise gleich 1531, so würden die Einheiten vernachlässigt und auf Zehner (1530) abgerundet werden.

Hätte man beim gemessenen Winkel auch Secunden zu berechnen, so wird man keinen besonderen Fehler begehen, wenn man das arithmetische Mittel zwischen der der nächst niederen und nächst höheren Minutenanzahl zukommenden Höhe nimmt.

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0·0000	0·0000	0·0000	0·0000	0·0000	0·0000	0·0000	0·0000	0·0000
	1	3	6	9	12	15	17	20	23	26
	2	6	12	17	23	29	35	41	47	52
	3	9	17	26	35	44	52	61	70	79
	4	12	23	35	47	58	70	81	93	105
0	5	15	29	44	58	73	87	102	116	131
	6	17	35	52	70	87	105	122	140	157
	7	20	41	61	81	102	122	143	163	183
	8	23	47	70	93	116	140	163	186	209
	9	26	52	79	105	131	157	183	209	236
0	10	29	58	87	116	145	175	204	233	262
	11	32	64	96	128	160	192	224	256	288
	12	35	70	105	140	175	209	244	279	314
	13	38	76	113	151	189	227	265	303	340
	14	41	81	122	163	204	244	285	326	366
0	15	44	87	131	175	218	262	305	349	393
	16	47	93	140	186	233	279	326	372	419
	17	49	99	148	198	247	297	346	396	445
	18	52	105	157	209	262	314	367	419	471
	19	55	111	166	221	276	332	387	442	497
0	20	58	116	175	233	291	349	407	465	524
	21	61	122	183	244	305	367	428	489	550
	22	64	128	192	256	320	384	448	512	576
	23	67	134	201	268	335	401	468	535	602
	24	70	140	209	279	349	419	489	558	628
0	25	73	145	218	291	364	436	509	582	655
	26	76	151	227	303	378	454	529	605	681
	27	79	157	236	314	393	471	550	628	707
	28	81	163	244	326	407	489	570	652	733
	29	84	169	253	337	422	506	591	675	759
0	30	87	175	262	349	436	521	611	698	785
	31	90	180	271	361	451	541	631	721	812
	32	93	186	279	372	465	559	652	745	838
	33	96	192	288	384	480	576	672	768	864
	34	99	198	297	396	495	593	692	791	890
0	35	102	204	305	407	509	611	713	814	916
	36	105	209	314	419	524	628	733	838	942
	37	108	215	323	431	538	646	753	861	969
	38	111	221	332	442	553	663	774	884	995
	39	113	227	340	454	567	681	794	908	1021
0	40	116	233	349	465	582	698	815	931	1047

o	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	41	119	239	358	477	596	716	835	954	1073
	42	122	244	367	489	611	733	855	977	1100
	43	125	250	375	500	625	751	876	1001	1126
	44	128	256	384	512	640	768	896	1024	1152
0	45	131	262	393	524	655	785	916	1047	1178
	46	134	268	401	535	669	803	937	1070	1204
	47	137	273	410	547	684	820	957	1094	1231
	48	140	279	419	559	698	838	977	1117	1257
	49	143	285	428	570	713	855	998	1140	1283
0	50	145	291	436	582	727	873	1018	1164	1309
	51	148	297	445	593	742	890	1039	1187	1335
	52	151	303	454	605	756	908	1059	1210	1361
	53	154	308	463	617	771	925	1079	1233	1388
	54	157	314	471	628	785	943	1100	1257	1414
0	55	160	320	480	640	800	960	1120	1280	1440
	56	163	326	489	652	815	977	1140	1303	1466
	57	166	332	497	663	829	995	1161	1327	1492
	58	169	337	506	675	844	1012	1181	1350	1519
	59	172	343	515	687	858	1030	1201	1373	1545
1	0	175	349	524	698	873	1047	1222	1396	1571
	1	177	355	532	710	887	1065	1242	1420	1597
	2	180	361	541	721	902	1082	1263	1443	1623
	3	183	367	550	733	916	1100	1283	1466	1650
	4	186	372	559	745	931	1117	1303	1490	1676
1	5	189	378	567	756	946	1136	1324	1513	1702
	6	192	384	576	768	960	1152	1344	1536	1728
	7	195	390	585	780	975	1170	1364	1559	1754
	8	198	396	593	791	989	1187	1385	1583	1780
	9	201	401	602	803	1004	1204	1405	1606	1807
1	10	204	407	611	815	1018	1222	1426	1629	1833
	11	207	413	620	826	1033	1239	1446	1652	1859
	12	209	419	628	838	1047	1257	1466	1676	1885
	13	212	425	637	850	1062	1274	1487	1699	1911
	14	215	431	646	861	1076	1292	1507	1722	1938
1	15	218	436	655	873	1091	1309	1527	1746	1964
	16	221	442	663	884	1106	1327	1548	1769	1990
	17	224	448	672	896	1120	1344	1568	1792	2016
	18	227	454	681	908	1135	1362	1589	1815	2042
	19	230	460	690	919	1149	1379	1609	1839	2069
1	20	233	466	698	931	1164	1397	1629	1862	2095

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	21	236	471	707	943	1178	1414	1650	1885	2121
	22	239	477	716	954	1193	1431	1670	1909	2147
	23	241	483	724	966	1207	1449	1690	1932	2173
	24	244	489	733	978	1222	1466	1711	1955	2200
1	25	247	495	742	989	1237	1484	1731	1978	2226
	26	250	500	751	1001	1251	1501	1752	2002	2252
	27	253	506	759	1012	1266	1519	1772	2025	2278
	28	256	512	768	1024	1280	1536	1792	2048	2304
	29	259	518	777	1036	1295	1554	1813	2072	2331
1	30	262	524	786	1047	1309	1571	1833	2095	2357
	31	265	530	794	1059	1324	1589	1853	2118	2383
	32	268	535	803	1071	1338	1606	1874	2141	2409
	33	271	541	812	1082	1353	1624	1894	2165	2435
	34	274	547	821	1094	1368	1641	1915	2188	2462
1	35	276	553	829	1106	1382	1658	1935	2211	2488
	36	279	559	838	1117	1397	1676	1955	2235	2514
	37	282	564	847	1129	1411	1693	1976	2258	2540
	38	285	570	855	1141	1426	1711	1996	2281	2566
	39	288	576	864	1152	1440	1728	2016	2304	2593
1	40	291	582	873	1164	1455	1746	2037	2328	2619
	41	294	588	882	1176	1469	1763	2057	2351	2645
	42	297	594	890	1187	1484	1781	2078	2374	2671
	43	300	599	899	1199	1499	1798	2098	2398	2697
	44	303	605	908	1210	1513	1816	2118	2421	2724
1	45	306	611	917	1222	1528	1833	2139	2444	2750
	46	308	617	925	1234	1542	1851	2159	2468	2776
	47	311	623	934	1245	1557	1868	2179	2491	2802
	48	314	629	943	1257	1571	1886	2200	2514	2828
	49	317	634	952	1269	1586	1903	2220	2537	2855
1	50	320	640	960	1280	1600	1921	2241	2561	2881
	51	323	646	969	1292	1615	1938	2261	2584	2907
	52	326	652	978	1304	1630	1955	2281	2607	2933
	53	329	658	986	1315	1644	1973	2302	2631	2959
	54	332	663	995	1327	1659	1990	2322	2654	2986
1	55	335	669	1004	1339	1673	2008	2343	2677	3012
	56	338	675	1013	1350	1688	2025	2363	2700	3038
	57	340	681	1021	1362	1702	2043	2383	2724	3064
	58	343	687	1030	1374	1717	2060	2404	2747	3090
	59	346	693	1039	1385	1732	2078	2424	2770	3117
2	0	349	698	1048	1397	1746	2095	2444	2794	3143

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	352	704	1056	1408	1761	2113	2465	2817	3169
	2	355	710	1065	1420	1775	2130	2485	2840	3195
	3	358	716	1074	1432	1790	2148	2506	2864	3222
	4	361	722	1083	1443	1804	2165	2526	2887	3248
2	5	364	728	1091	1455	1819	2183	2546	2910	3274
	6	367	733	1100	1467	1833	2200	2567	2933	3300
	7	370	739	1109	1478	1848	2218	2587	2957	3326
	8	373	745	1118	1490	1863	2235	2608	2980	3353
	9	375	751	1126	1502	1877	2253	2628	3008	3379
2	10	378	757	1135	1513	1892	2270	2648	3027	3405
	11	381	763	1144	1525	1906	2288	2669	3050	3431
	12	384	768	1152	1537	1921	2305	2689	3073	3457
	13	387	774	1161	1548	1935	2322	2709	3097	3484
	14	290	780	1170	1560	1950	2340	2730	3120	3510
2	15	393	786	1179	1572	1965	2357	2750	3143	3536
	16	396	792	1187	1583	1979	2375	2771	3166	3562
	17	399	797	1196	1595	1994	2392	2791	3190	3589
	18	402	803	1205	1607	2008	2410	2811	3213	3615
	19	405	809	1214	1618	2023	2427	2832	3236	3641
2	20	407	815	1222	1630	2037	2445	2852	3260	3667
	21	410	821	1231	1642	2052	2462	2873	3283	3693
	22	413	827	1240	1653	2067	2480	2893	3306	3720
	23	416	832	1249	1665	2081	2497	2913	3330	3746
	24	419	838	1257	1676	2096	2515	2934	3353	3772
2	25	422	844	1266	1688	2110	2532	2954	3376	3798
	26	425	850	1275	1700	2125	2550	2975	3400	3825
	27	428	856	1284	1711	2139	2567	2995	3423	3851
	28	431	862	1292	1723	2154	2585	3015	3446	3877
	29	434	867	1301	1735	2169	2602	3036	3470	3903
2	30	437	873	1310	1746	2183	2620	3056	3493	3929
	31	440	879	1319	1758	2198	2637	3077	3516	3956
	32	442	885	1327	1770	2212	2655	3097	3540	3982
	33	445	891	1336	1781	2227	2672	3117	3563	4008
	34	448	897	1345	1793	2241	2690	3138	3586	4034
2	35	451	902	1354	1805	2256	2707	3158	3609	4061
	36	454	908	1362	1816	2271	2725	3179	3633	4087
	37	457	914	1371	1828	2285	2742	3199	3656	4113
	38	460	920	1380	1840	2300	2760	3220	3679	4139
	39	463	926	1389	1851	2314	2777	3240	3703	4166
2	40	466	932	1397	1863	2329	2795	3260	3726	4192

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	41	469	937	1406	1875	2343	2812	3281	3749	4218
	42	472	943	1415	1886	2358	2830	3301	3773	4244
	43	475	949	1424	1898	2373	2847	3322	3796	4271
	44	477	955	1432	1910	2387	2865	3342	3819	4297
2	45	480	961	1441	1921	2402	2882	3362	3843	4323
	46	483	967	1450	1933	2416	2900	3383	3866	4349
	47	486	972	1459	1945	2431	2917	3403	3889	4376
	48	489	978	1467	1956	2445	2934	3424	3913	4402
	49	492	984	1476	1968	2460	2952	3444	3936	4428
2	50	495	990	1485	1980	2475	2969	3464	3959	4454
	51	498	996	1493	1991	2489	2987	3485	3983	4480
	52	501	1002	1502	2003	2504	3005	3505	4006	4507
	53	504	1007	1511	2015	2518	3022	3526	4029	4533
	54	507	1013	1520	2026	2533	3039	3546	4053	4559
2	55	509	1019	1528	2038	2547	3057	3566	4076	4585
	56	512	1025	1537	2050	2562	3074	3587	4099	4612
	57	515	1031	1546	2061	2577	3092	3607	4123	4638
	58	518	1036	1555	2073	2591	3109	3628	4146	4664
	59	521	1042	1563	2085	2606	3127	3648	4169	4690
3	0	524	1048	1572	2096	2620	3144	3669	4193	4717
	1	527	1054	1581	2108	2635	3162	3689	4216	4743
	2	530	1060	1590	2120	2650	3179	3709	4239	4769
	3	533	1066	1598	2131	2664	3197	3730	4263	4795
	4	536	1072	1607	2143	2679	3215	3750	4286	4822
3	5	539	1077	1616	2155	2693	3232	3771	4309	4848
	6	542	1083	1625	2166	2708	3249	3791	4333	4874
	7	545	1089	1634	2178	2723	3267	3812	4356	4901
	8	547	1095	1642	2190	2737	3285	3832	4379	4927
	9	550	1101	1651	2201	2752	3302	3852	4403	4953
3	10	553	1107	1660	2213	2766	3320	3873	4426	4979
	11	556	1112	1669	2225	2781	3337	3893	4449	5006
	12	559	1118	1677	2236	2795	3355	3914	4473	5032
	13	562	1124	1686	2248	2810	3372	3934	4496	5058
	14	565	1130	1695	2260	2825	3390	3954	4519	5084
3	15	568	1136	1704	2271	2839	3407	3975	4543	5111
	16	571	1142	1712	2283	2854	3425	3995	4566	5137
	17	574	1147	1721	2295	2868	3442	4016	4589	5163
	18	577	1153	1730	2306	2883	3460	4036	4613	5189
	19	580	1159	1739	2318	2898	3477	4057	4636	5216
3	20	582	1165	1747	2330	2912	3495	4077	4659	5242

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	21	585	1171	1756	2341	2927	3512	4097	4683	5268
	22	588	1177	1765	2353	2941	3530	4118	4706	5294
	23	591	1182	1774	2365	2956	3547	4138	4730	5321
	24	594	1188	1782	2376	2971	3565	4159	4753	5347
3	25	597	1194	1791	2388	2985	3582	4179	4776	5373
	26	600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400
	27	603	1206	1809	2411	3014	3617	4220	4823	5426
	28	606	1212	1817	2423	3029	3635	4241	4846	5452
	29	609	1217	1826	2435	3044	3652	4261	4870	5478
3	30	612	1223	1835	2447	3058	3670	4281	4893	5505
	31	615	1229	1844	2458	3073	3687	4302	4916	5531
	32	617	1235	1852	2470	3087	3705	4322	4940	5557
	33	620	1241	1861	2482	3102	3722	4343	4963	5584
	34	623	1247	1870	2493	3117	3740	4363	4986	5610
3	35	626	1252	1879	2505	3131	3757	4384	5010	5636
	36	629	1258	1887	2517	3146	3775	4404	5033	5662
	37	632	1264	1896	2528	3160	3792	4424	5057	5689
	38	635	1270	1905	2540	3175	3810	4445	5080	5715
	39	638	1276	1914	2552	3190	3827	4465	5103	5741
3	40	641	1282	1922	2863	3204	3845	4486	5127	5767
	41	644	1288	1931	2575	3219	3863	4506	5150	5794
	42	647	1293	1940	2587	3233	3880	4527	5173	5820
	43	650	1299	1949	2598	3248	3898	4547	5197	5846
	44	653	1305	1958	2610	3263	3915	4568	5220	5873
3	45	655	1311	1966	2622	3277	3933	4588	5243	5899
	46	658	1317	1975	2633	3292	3950	4609	5267	5925
	47	661	1323	1984	2645	3306	3968	4629	5290	5952
	48	664	1328	1993	2657	3321	3985	4649	5314	5978
	49	667	1334	2001	2668	3336	4003	4670	5537	6004
3	50	670	1340	2010	2680	3350	4020	4690	5360	6030
	51	673	1346	2019	2692	3365	4038	4711	5384	6057
	52	676	1352	2028	2704	3379	4055	4731	5407	6083
	53	679	1358	2036	2715	3394	4073	4752	5430	6109
	54	682	1363	2045	2727	3409	4090	4772	5454	6136
3	55	685	1369	2054	2739	3423	4108	4793	5477	6162
	56	688	1375	2063	2750	3438	4125	4813	5501	6188
	57	691	1381	2072	2762	3453	4143	4834	5524	6215
	58	693	1387	2080	2774	3467	4161	4854	5547	6241
	59	696	1393	2089	2785	3482	4178	4874	5571	6267
4	0	699	1399	2098	2797	3496	4196	4895	5594	6293

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	702	1404	2107	2809	3511	4213	4915	5618	6320
	2	705	1410	2115	2820	3526	4231	4936	5641	6346
	3	708	1416	2124	2832	3540	4248	4956	5664	6372
	4	711	1422	2133	2844	3555	4266	4977	5688	6399
4	5	714	1428	2142	2856	3569	4283	4997	5711	6425
	6	717	1434	2150	2867	3584	4301	5018	5734	6451
	7	720	1439	2159	2879	3599	4318	5038	5758	6478
	8	723	1445	2168	2891	3613	4336	5059	5781	6504
	9	726	1451	2177	2902	3628	4353	5079	5805	6530
4	10	729	1457	2186	2914	3643	4371	5100	5828	6557
	11	731	1463	2194	2926	3657	4389	5120	5851	6583
	12	734	1469	2203	2937	3672	4406	5140	5875	6609
	13	737	1475	2212	2949	3686	4424	5161	5898	6636
	14	740	1480	2221	2961	3701	4441	5181	5922	6662
4	15	743	1486	2229	2973	3716	4459	5202	5945	6688
	16	746	1492	2238	2984	3730	4476	5222	5968	6714
	17	749	1498	2247	2996	3745	4494	5243	5992	6741
	18	752	1504	2256	3008	3760	4511	5263	6015	6767
	19	755	1510	2264	3019	3774	4529	5284	6039	6793
4	20	758	1516	2273	3031	3789	4547	5304	6062	6820
	21	761	1521	2282	3043	3803	4564	5325	6085	6846
	22	764	1527	2291	3054	3818	4582	5345	6109	6872
	23	767	1533	2300	3066	3833	4599	5366	6132	6899
	24	769	1539	2308	3078	3847	4617	5386	6156	6925
4	25	772	1545	2317	3090	3862	4634	5407	6179	6951
	26	775	1551	2326	3101	3877	4652	5427	6202	6978
	27	778	1556	2335	3113	3891	4669	5448	6226	7004
	28	781	1562	2343	3125	3906	4687	5468	6249	7030
	29	784	1568	2352	3136	3920	4705	5489	6273	7057
4	30	787	1574	2361	3148	3935	4722	5509	6296	7083
	31	790	1580	2370	3160	3950	4740	5530	6320	7109
	32	793	1586	2379	3171	3964	4757	5550	6343	7136
	33	796	1592	2387	3183	3979	4775	5571	6366	7162
	34	799	1597	2396	3195	3994	4792	5591	6390	7189
4	35	802	1603	2405	3207	4008	4810	5612	6413	7215
	36	805	1609	2414	3218	4023	4827	5632	6437	7241
	37	808	1615	2423	3230	4038	4846	5653	6460	7268
	38	810	1621	2431	3242	4052	4863	5673	6484	7294
	39	813	1627	2440	3253	4067	4880	5694	6507	7320
4	40	816	1633	2449	3265	4081	4898	5714	6530	7347

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	41	819	1638	2458	3277	4096	4915	5735	6554	7373
	42	822	1644	2466	3289	4111	4933	5755	6577	7399
	43	825	1650	2475	3300	4125	4950	5776	6601	7426
	44	828	1656	2484	3312	4140	4968	5796	6624	7452
4	45	831	1662	2493	3324	4155	4986	5817	6648	7478
	46	834	1668	2502	3335	4169	5003	5837	6671	7505
	47	837	1674	2510	3347	4184	5021	5858	6694	7531
	48	840	1679	2519	3359	4199	5038	5878	6718	7557
	49	843	1685	2528	3371	4213	5056	5899	6741	7584
4	50	846	1691	2537	3382	4228	5073	5919	6765	7610
	51	849	1697	2546	3394	4243	5091	5940	6788	7637
	52	851	1703	2554	3406	4257	5109	5960	6812	7663
	53	854	1709	2563	3417	4272	5126	5981	6835	7689
	54	857	1715	2572	3429	4287	5144	6001	6858	7716
4	55	860	1720	2581	3441	4301	5161	6022	6882	7742
	56	863	1726	2589	3453	4316	5179	6042	6905	7768
	57	866	1732	2598	3464	4330	5197	6063	6929	7795
	58	869	1738	2607	3476	4345	5214	6083	6952	7821
	59	872	1744	2616	3488	4360	5232	6104	6976	7848
5	0	875	1750	2625	3500	4374	5249	6124	6999	7874
	1	878	1756	2633	3511	4389	5267	6145	7023	7900
	2	881	1762	2642	3523	4404	5285	6165	7046	7927
	3	884	1767	2651	3535	4418	5302	6186	7069	7953
	4	887	1773	2660	3546	4433	5320	6206	7093	7979
5	5	890	1779	2669	3558	4448	5337	6227	7116	8006
	6	892	1785	2677	3570	4462	5355	6247	7140	8032
	7	895	1791	2686	3582	4477	5372	6268	7163	8059
	8	898	1797	2695	3593	4492	5390	6288	7187	8085
	9	901	1803	2704	3605	4506	5408	6309	7210	8111
5	10	904	1808	2713	3617	4521	5425	6329	7234	8138
	11	907	1814	2721	3629	4536	5443	6350	7257	8164
	12	910	1820	2730	3640	4550	5460	6370	7281	8191
	13	913	1826	2739	3652	4565	5478	6391	7304	8217
	14	916	1832	2748	3664	4580	5496	6412	7328	8243
5	15	919	1838	2757	3675	4594	5513	6432	7351	8270
	16	922	1844	2765	3687	4609	5531	6453	7374	8296
	17	925	1849	2774	3699	4624	5548	6473	7398	8323
	18	928	1855	2783	3711	4638	5566	6494	7421	8349
	19	931	1861	2792	3722	4653	5584	6514	7445	8375
5	20	934	1867	2801	3734	4668	5601	6535	7468	8402

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	21	936	1873	2809	3746	4682	5619	6555	7492	8428
	22	939	1879	2818	3758	4697	5636	6576	7515	8455
	23	942	1885	2827	3769	4712	5654	6596	7539	8481
	24	945	1891	2836	3781	4726	5672	6617	7562	8508
5	25	948	1896	2845	3793	4741	5689	6637	7586	8534
	26	951	1902	2853	3805	4756	5707	6658	7609	8560
	27	954	1908	2862	3816	4770	5724	6679	7633	8587
	28	957	1914	2871	3828	4785	5742	6699	7656	8613
	29	960	1920	2880	3840	4800	5760	6720	7680	8640
5	30	963	1926	2889	3852	4814	5777	6740	7703	8666
	31	966	1932	2897	3863	4829	5795	6761	7727	8692
	32	969	1938	2906	3875	4844	5813	6781	7750	8719
	33	972	1943	2915	3887	4859	5830	6802	7774	8745
	34	975	1949	2924	3899	4873	5848	6822	7797	8772
5	35	978	1955	2923	3910	4888	5865	6843	7821	8798
	36	981	1961	2942	3922	4903	5883	6864	7844	8825
	37	983	1967	2950	3934	4917	5901	6884	7868	8851
	38	986	1973	2959	3946	4932	5918	6905	7891	8877
	39	989	1979	2968	3957	4947	5936	6925	7915	8904
5	40	992	1985	2977	3969	4961	5954	6946	7938	8930
	41	995	1990	2986	3981	4976	5971	6966	7962	8957
	42	998	1996	2994	3993	4991	5989	6987	7985	8983
	43	1001	2002	3003	4004	5005	6006	7007	8009	9010
	44	1004	2008	3012	4016	5020	6024	7028	8032	9036
5	45	1007	2014	3021	4028	5035	6042	7049	8056	9063
	46	1010	2020	3030	4040	5049	6059	7069	8079	9089
	47	1013	2026	3038	4051	5064	6077	7090	8103	9115
	48	1016	2032	3047	4063	5079	6095	7110	8126	9142
	49	1019	2037	3056	4075	5094	6112	7131	8150	9168
5	50	1022	2043	3065	4087	5108	6130	7151	8173	9195
	51	1025	2049	3074	4098	5123	6147	7172	8197	9221
	52	1028	2055	3083	4110	5138	6165	7193	8220	9248
	53	1030	2061	3091	4122	5152	6183	7213	8244	9274
	54	1033	2067	3100	4134	5167	6200	7234	8267	9301
5	55	1036	2073	3109	4145	5182	6218	7254	8291	9327
	56	1039	2079	3118	4157	5196	6236	7275	8314	9354
	57	1042	2084	3127	4169	5211	6253	7296	8338	9380
	58	1045	2090	3135	4181	5226	6271	7316	8361	9406
	59	1048	2096	3144	4192	5241	6289	7337	8385	9433
6	0	1051	2102	3153	4204	5255	6306	7357	8408	9459

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	1054	2108	3162	4216	5270	6324	7378	8432	9486
	2	1057	2114	3171	4228	5285	6342	7398	8455	9512
	3	1060	2120	3180	4239	5299	6359	7419	8479	9539
	4	1063	2126	3188	4251	5314	6377	7440	8502	9565
6	5	1066	2132	3197	4263	5329	6395	7460	8526	9592
	6	1069	2137	3206	4275	5343	6412	7481	8550	9618
	7	1072	2143	3215	4287	5358	6430	7501	8573	9645
	8	1075	2149	3224	4298	5373	6447	7522	8597	9671
	9	1078	2155	3233	4310	5388	6465	7543	8620	9698
6	10	1080	2161	3241	4322	5402	6483	7563	8644	9724
	11	1083	2167	3250	4334	5417	6500	7584	8667	9751
	12	1086	2173	3259	4345	5432	6518	7604	8691	9777
	13	1089	2179	3268	4357	5446	6536	7625	8714	9804
	14	1092	2184	3277	4369	5461	6553	7646	8738	9830
6	15	1095	2190	3286	4381	5476	6571	7666	8761	9857
	16	1098	2196	3294	4392	5491	6589	7687	8785	9883
	17	1101	2202	3303	4404	5505	6606	7707	8809	9910
	18	1104	2208	3312	4416	5520	6624	7728	8832	9936
	19	1107	2214	3321	4428	5535	6642	7749	8856	9963
6	20	1110	2220	3330	4440	5550	6659	7769	8879	9989
	21	1113	2226	3339	4451	5564	6677	7790	8903	10016
	22	1116	2232	3347	4463	5579	6695	7811	8926	10042
	23	1119	2237	3356	4475	5594	6712	7831	8950	10069
	24	1122	2243	3365	4487	5608	6730	7852	8973	10095
6	25	1125	2249	3374	4499	5623	6748	7872	8997	10122
	26	1128	2255	3383	4510	5638	6765	7893	9021	10148
	27	1131	2261	3392	4522	5653	6783	7914	9044	10175
	28	1133	2267	3400	4543	5667	6801	7934	9068	10201
	29	1136	2273	3409	4546	5682	6818	7955	9091	10228
6	30	1139	2279	3418	4557	5697	6836	7976	9115	10254
	31	1142	2285	3427	4569	5712	6854	7996	9138	10281
	32	1145	2291	3436	4581	5726	6872	8017	9162	10307
	33	1148	2296	3445	4593	5741	6889	8037	9186	10334
	34	1151	2302	3453	4605	5756	6907	8058	9209	10360
6	35	1154	2308	3462	4616	5770	6925	8079	9233	10387
	36	1157	2314	3471	4628	5785	6642	8099	9256	10413
	37	1160	2320	3480	4640	5800	6960	8120	9280	10440
	38	1163	2326	3489	4652	5815	6978	8141	9304	10466
	39	1166	2332	3498	4664	5829	6995	8161	9327	10493
6	40	1169	2338	3506	4675	5844	7013	8182	9351	10519

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	41	1172	2344	3515	4687	5859	7031	8202	9374	10546
	42	1175	2349	3524	4699	5874	7048	8223	9398	10573
	43	1178	2355	3533	4711	5888	7066	8244	9421	10599
	44	1181	2361	3542	4723	5903	7084	8264	9445	10626
6	45	1184	2367	3551	4734	5918	7101	8285	9469	10652
	46	1187	2373	3560	4746	5933	7119	8306	9492	10679
	47	1189	2379	3568	4758	5947	7137	8326	9516	10705
	48	1192	2385	3577	4770	5962	7155	8347	9539	10732
	49	1195	2391	3586	4782	5977	7172	8368	9563	10758
6	50	1198	2397	3595	4793	5992	7190	8388	9587	10785
	51	1201	2403	3604	4805	6006	7208	8409	9610	10812
	52	1204	2408	3613	4817	6021	7225	8430	9634	10838
	53	1207	2414	3622	4829	6036	7243	8450	9657	10865
	54	1210	2420	3630	4841	6051	7261	8471	9681	10891
6	55	1213	2426	3639	4852	6065	7278	8492	9705	10918
	56	1216	2432	3648	4864	6080	7296	8512	9728	10944
	57	1219	2438	3657	4876	6095	7314	8533	9752	10971
	58	1222	2444	3666	4888	6110	7332	8554	9776	10997
	59	1225	2450	3675	4900	6124	7349	8574	9799	11024
7	0	1228	2456	3684	4911	6139	7367	8595	9823	11051
	1	1231	2462	3692	4923	6154	7385	8616	9846	11077
	2	1234	2468	3701	4935	6169	7403	8636	9870	11104
	3	1237	2473	3710	4947	6184	7420	8657	9894	11130
	4	1240	2479	3719	4959	6198	7438	8678	9917	11157
7	5	1243	2485	3728	4970	6213	7456	8698	9941	11183
	6	1246	2491	3737	4982	6228	7473	8719	9965	11210
	7	1249	2497	3746	4994	6243	7491	8740	9988	11237
	8	1251	2503	3754	5006	6257	7509	8760	10012	11263
	9	1254	2509	3763	5018	6272	7527	8781	10035	11290
7	10	1257	2515	3772	5030	6287	7544	8802	10059	11316
	11	1260	2521	3781	5041	6302	7562	8822	10083	11343
	12	1263	2527	3790	5053	6316	7580	8843	10106	11370
	13	1266	2533	3799	5065	6331	7598	8864	10130	11396
	14	1269	2538	3808	5077	6346	7615	8884	10154	11423
7	15	1272	2544	3816	5089	6361	7633	8905	10177	11449
	16	1275	2550	3825	5100	6376	7651	8926	10201	11476
	17	1278	2556	3834	5112	6390	7668	8946	10225	11503
	18	1281	2562	3843	5124	6405	7686	8967	10248	11529
	19	1284	2568	3852	5136	6420	7704	8988	10272	11556
7	20	1287	2574	3861	5148	6435	7722	9009	10296	11582

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	21	1290	2580	3870	5160	6450	7739	9029	10319	11509
	22	1293	2586	3879	5171	6464	7757	9050	10343	11636
	23	1296	2592	3887	5183	6479	7775	9071	10367	11662
	24	1299	2598	3896	5195	6494	7793	9091	10390	11689
7	25	1302	2603	3905	5207	6509	7810	9112	10414	11716
	26	1305	2609	3914	5219	6523	7828	9133	10438	11742
	27	1308	2615	3923	5231	6538	7846	9154	10461	11769
	28	1311	2621	3932	5242	6553	7864	9174	10485	11795
	29	1314	2627	3941	5254	6568	7881	9195	10509	11822
7	30	1317	2633	3950	5266	6583	7899	9216	10532	11849
	31	1319	2639	3958	5278	6597	7917	9236	10556	11875
	32	1322	2645	3967	5290	6612	7935	9257	10580	11902
	33	1325	2651	3976	5302	6627	7952	9278	10603	11929
	34	1328	2657	3985	5313	6642	7970	9299	10627	11955
7	35	1331	2663	3994	5325	6657	7988	9319	10651	11982
	36	1334,5	2669	4003,5	5337	6671	8006	9340	10674	12009
	37	1337	2675	4012	5349	6686	8024	9361	10698	12035
	38	1340	2680	4021	5361	6701	8041	9381	10722	12062
	39	1343	2686	4030	5373	6716	8059	9402	10745	12089
7	40	1346	2692	4038	5385	6731	8077	9423	10769	12115
	41	1349	2698	4047	5396	6745	8095	9444	10793	12142
	42	1352	2704	4056	5408	6760	8112	9464	10816	12168
	43	1355	2710	4065	5420	6775	8130	9485	10840	12195
	44	1358	2716	4074	5432	6790	8148	9506	10864	12222
7	45	1361	2722	4083	5444	6805	8166	9527	10888	12248
	46	1364	2728	4092	5456	6820	8183	9547	10911	12275
	47	1367	2734	4101	5467	6834	8201	9568	10935	12302
	48	1370	2740	4109	5479	6849	8219	9589	10959	12328
	49	1373	2746	4118	5491	6864	8237	9610	10982	12355
7	50	1376	2752	4127	5503	6879	8255	9630	11006	12382
	51	1379	2757	4136	5515	6894	8272	9661	11030	12408
	52	1382	2763	4145	5527	6908	8290	9672	11054	12435
	53	1385	2769	4154	5539	6923	8308	9693	11077	12462
	54	1388	2775	4163	5550	6938	8326	9713	11101	12488
7	55	1391	2781	4172	5562	6953	8343	9734	11125	12515
	56	1394	2787	4181	5574	6968	8361	9755	11148	12542
	57	1397	2793	4190	5586	6983	8379	9776	11172	12569
	58	1399	2799	4198	5598	6997	8397	9796	11196	12595
	59	1402	2805	4207	5610	7012	8415	9817	11220	12622
8	0	1405	2811	4216	5622	7027	8432	9838	11243	12649

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	1408	2817	4225	5633	7042	8450	9859	11267	12675
	2	1411	2823	4234	5645	7057	8468	9879	11291	12702
	3	1414	2829	4243	5657	7072	8486	9900	11314	12729
	4	1417	2835	4252	5669	7086	8504	9921	11338	12756
8	5	1420	2840	4261	5681	7101	8521	9942	11362	12782
	6	1423	2846	4270	5693	7116	8539	9962	11386	12809
	7	1426	2852	4279	5705	7131	8557	9983	11409	12836
	8	1429	2858	4287	5717	7146	8575	10004	11433	12862
	9	1432	2864	4296	5728	7161	8593	10025	11457	12889
8	10	1435	2870	4305	5740	7175	8610	10046	11481	12916
	11	1438	2876	4314	5752	7190	8628	10066	11504	12942
	12	1441	2882	4323	5764	7205	8646	10087	11528	12969
	13	1444	2888	4332	5776	7220	8664	10108	11552	12996
	14	1447	2894	4341	5788	7235	8682	10129	11576	13023
8	15	1450	2900	4350	5800	7250	8700	10150	11599	13049
	16	1453	2906	4359	5812	7265	8717	10170	11623	13076
	17	1456	2912	4368	5823	7279	8735	10191	11647	13103
	18	1459	2918	4377	5835	7294	8753	10212	11671	13130
	19	1462	2924	4385	5847	7309	8771	10233	11694	13156
8	20	1465	2930	4394	5859	7324	8789	10253	11718	13183
	21	1468	2936	4403	5871	7339	8807	10274	11742	13210
	22	1471	2941	4412	5883	7354	8824	10295	11766	13237
	23	1474	2947	4421	5895	7369	8842	10316	11790	13263
	24	1477	2953	4430	5907	7383	8860	10337	11813	13290
8	25	1480	2959	4439	5919	7398	8878	10357	11837	13317
	26	1483	2965	4448	5930	7413	8896	10378	11861	13344
	27	1486	2971	4457	5942	7428	8914	10399	11885	13370
	28	1489	2977	4466	5954	7443	8931	10420	11908	13397
	29	1492	2983	4475	5966	7458	8949	10441	11932	13424
8	30	1495	2989	4484	5978	7473	8967	10462	11956	13451
	31	1497	2995	4492	5990	7487	8985	10482	11980	13477
	32	1500	3001	4501	6002	7502	9003	10503	12004	13504
	33	1503	3007	4510	6014	7517	9021	10524	12027	13531
	34	1506	3013	4519	6026	7532	9038	10545	12051	13558
8	35	1509	3019	4528	6038	7547	9056	10566	12075	13584
	36	1512	3025	4537	6049	7562	9074	10587	12099	13611
	37	1515	3031	4546	6061	7577	9092	10607	12123	13638
	38	1518	3037	4555	6073	7592	9110	10628	12146	13665
	39	1521	3043	4564	6085	7606	9128	10649	12170	13692
8	40	1524	3049	4573	6097	7621	9146	10670	12194	13718

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	41	1527	3054	4582	6109	7636	9163	10691	12218	13745
	42	1530	3060	4591	6121	7651	9181	10712	12242	13772
	43	1533	3060	4600	6133	7666	9199	10732	12266	13799
	44	1536	3072	4609	6145	7681	9217	10753	12289	13826
8	45	1539	3078	4617	6157	7696	9235	10774	12313	13852
	46	1542	3084	4626	6169	7711	9253	10795	12337	13879
	47	1545	3090	4635	6180	7726	9271	10816	12361	13906
	48	1548	3096	4644	6192	7740	9288	10837	12385	13933
	49	1551	3102	4653	6204	7755	9306	10857	12408	13960
8	50	1554	3108	4662	6216	7770	9324	10878	12432	13986
	51	1557	3114	4671	6228	7785	9342	10899	12456	14013
	52	1560	3120	4680	6240	7800	9360	10920	12480	14040
	53	1563	3126	4689	6252	7815	9378	10941	12504	14067
	54	1566	3132	4698	6264	7830	9396	10962	12528	14094
8	55	1569	3138	4707	6276	7845	9414	10983	12552	14120
	56	1572	3144	4716	6288	7860	9432	11003	12575	14147
	57	1575	3150	4725	6300	7875	9449	11024	12594	14174
	58	1578	3156	4734	6312	7889	9467	11045	12623	14201
	59	1581	3162	4743	6323	7904	9485	11066	12647	14228
9	0	1584	3168	4752	6335	7919	9503	11087	12671	14255
	1	1587	3174	4760	6347	7934	9521	11108	12695	14281
	2	1590	3180	4769	6359	7949	9539	11129	12718	14308
	3	1593	3186	4778	6371	7964	9557	11150	12742	14335
	4	1596	3192	4787	6383	7979	9575	11170	12766	14362
9	5	1599	3198	4796	6395	7994	9593	11191	12790	14389
	6	1602	3203	4805	6407	8009	9610	11212	12814	14416
	7	1605	3209	4814	6419	8024	9628	11233	12838	14442
	8	1608	3215	4823	6431	8039	9646	11254	12862	14469
	9	1611	3221	4832	6443	8053	9664	11275	12886	14496
9	10	1614	3227	4841	6455	8068	9682	11296	12909	14523
	11	1617	3233	4850	6467	8083	9700	11317	12933	14550
	12	1620	3239	4859	6479	8098	9718	11338	12957	14577
	13	1623	3245	4868	6491	8113	9736	11358	12981	14604
	14	1626	3251	4877	6502	8128	9754	11379	13005	14631
9	15	1629	3257	4886	6514	8143	9772	11400	13029	14657
	16	1632	3263	4895	6526	8158	9790	11421	13053	14684
	17	1635	3269	4904	6538	8173	9807	11442	13071	14711
	18	1638	3275	4913	6550	8188	9825	11463	13100	14738
	19	1641	3281	4922	6562	8203	9843	11484	13124	14765
9	20	1644	3287	4931	6574	8218	9861	11505	13143	14792

0	′	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	21	1647	3293	4940	6586	8233	9879	11526	13172	14819
	22	1650	3299	4949	6598	8248	9897	11547	13196	14846
	23	1653	3305	4958	6610	8263	9915	11568	13220	14873
	24	1655	3311	4966	6622	8277	9933	11588	13244	14899
9	25	1658	3317	4975	6634	8292	9951	11609	13268	14926
	26	1661	3323	4984	6646	8307	9969	11630	13292	14953
	27	1664	3329	4993	6658	8322	9987	11651	13316	14980
	28	1667	3335	5002	6670	8337	10005	11672	13340	15007
	29	1670	3341	5011	6682	8352	10023	11693	13364	15034
9	30	1673	3347	5020	6694	8367	10041	11714	13387	15061
	31	1676	3353	5029	6706	8382	10059	11735	13411	15088
	32	1679	3359	5038	6718	8397	10076	11756	13435	15115
	33	1612	3365	5047	6730	8412	10094	11777	13459	15142
	34	1685	3371	5056	6742	8427	10112	11798	13483	15169
9	35	1688	3377	5065	6754	8442	10130	11819	13507	15195
	36	1691	3383	5074	6765	8457	10148	11840	13531	15222
	37	1694	3389	5083	6777	8472	10166	11861	13555	15249
	38	1697	3395	5092	6789	8487	10184	11882	13579	15276
	39	1700	3401	5101	6801	8502	10202	11902	13603	15303
9	40	1703	3407	5110	6813	8517	10220	11923	13627	15330
	41	1706	3413	5119	6825	8532	10238	11944	13651	15357
	42	1709	3419	5128	6837	8547	10256	11965	13675	15384
	43	1712	3425	5137	6849	8562	10274	11986	13699	15411
	44	1715	3431	5146	6861	8577	10292	12007	13723	15438
9	45	1718	3437	5155	6873	8592	10310	12028	13746	15465
	46	1721	3443	5164	6885	8607	10328	12049	13770	15492
	47	1724	3449	5173	6897	8622	10346	12070	13794	15519
	48	1727	3455	5182	6909	8637	10364	12091	13818	15546
	49	1730	3461	5191	6921	8652	10382	12112	13842	15573
9	50	1733	3467	5200	6933	8666	10400	12133	13866	15600
	51	1736	3473	5209	6945	8681	10418	12154	13890	15627
	52	1739	3479	5218	6957	8696	10436	12175	13914	15654
	53	1742	3485	5227	6969	8711	10454	12196	13938	15681
	54	1745	3491	5236	6981	8726	10472	12217	13962	15708
9	55	1748	3497	5245	6993	8741	10490	12238	13986	15735
	56	1751	3503	5254	7005	8756	10508	12259	14010	15761
	57	1754	3509	5263	7017	8771	10526	12280	14034	15788
	58	1757	3515	5272	7029	8786	10544	12301	14058	15815
	59	1760	3521	5281	7041	8801	10562	12322	14082	15842
10	0	1763	3527	5290	7053	8816	10580	12343	14106	15869

Berechnung einer barometrischen Kette

mit den

Tafeln zum barometrischen Höhenrechnen.

Barometrische Kette nennt man die mittelst des Barometers gemessenen Höhen von einem der Höhe nach trigonometrisch bestimmten Punkte angefangen bis zu einem anderen, welcher ebenfalls mittelst trigonometrischer Höhenmessung bestimmt wurde.

Die barometrischen Höhenmessungen werden bei der Militär-Mappierung mit einem Aneroide durchgeführt.

Im Nachfolgenden sei ein Beispiel der Berechnung, sowie der Eintragung der Daten einer barometrischen Kette in das Manuale kurz besprochen.

Punkt Nr.	Nähere Bezeichnung des Punktes	Datum	Stunde	Witterungsverhältnisse und sonstige Anmerkungen	Luft-Temperatur nach Celsius	Aneroid Nr....		
						Inneres Thermometer nach Celsius	Barometer-Stand	Barometer auf 0 reduciert
							in Millimeter	
68	✝ circa 1000× nordwestlich ☥ 14		8h	schön	15·8	16·0	675·2 +6·4	681·6
1	Weggabelung 1000× östlich 68	13 7	8h 30		17·0	17·0	673·7 +6·3	680·0
2	Rückenlinie 1500× nördl. Punkt 1		9h		16·9	17·3	679·8 +6·3	686·1
3	dtto. 1000× nördl. Punkt 2		9h 30		18·1	17·8	671·3 +6·2	677·5
4	Kuppe östlich 3		10h	windig aus Südwest	17·6	18·0	670·0 +6·2	676·2
5	Tiefenlinie 1000× östlich △ Vinica		11h	windig und bewölkt	18·6	18·0	675·9 +6·2	682·1
19	☥		11h 5′		17·2	18·0	676·3 +6·2	682·5

Genäherte Seehöhe in Meter	Summe der Luft-Temperaturen $(t + t')$ nach Celsius	Correction des genäherten Höhenunterschiedes h wegen der Luft-Temperatur					Höhenunterschied und Ausgleichung	Absolute Höhe des Punktes	Nr. des Punktes
		Meter		Decimalen			in Meter		
			1	8	8		+ 20		
890·2					5	9	4		
				0	6	6			
		+	2	0	0	5	4	**702**	**68**
909·0	33								
			7	1	3			— 76	
					0	6	8	722	1
				4	7	6			
837·7	34	—	7	6	1	2	8		
		1	0	0	7			+ 108	
			0	7	0			646	2
		+ 1	0	7	7				
938·4	35								
			1	5	3			+ 16	
					3	6	0	754	3
				0	7	2			
953·7	36	+	1	6	3	8	0		
			6	9	3			— 74	
					6	4	8	— 6	4
				4	3	2		— 80	
884·4	36	—	7	4	2	6	8		
				4	7			— 5	
					3	6	0	690	5
		—		5	0	6	0		
879·7	36								
								685	**19**

I. Vertical-Colonne.

Punkt Nr.

In diese Rubrik wird das Numero des Punktes, welcher gemessen wird, eingetragen, und zwar die trigonometrisch gemessenen Punkte mit ihrer bei der Höhenmessung erhaltenen Zahl (Aufgabe 17), während die mit dem Aneroide gemessenen Punkte bei jeder neuen Kette mit fortlaufenden Zahlen von 1 angefangen bezeichnet werden. In der Punkt-Oleate wird eine barometrische Kette mit einer blauen gestrichelten Linie bezeichnet, die Punkte, wo eine barometrische Messung stattfand, werden mit blauen Vierecken markiert.

II. Vertical-Colonne.

Nähere Bezeichnung des Punktes.

In diese Rubrik wird mit einer conventionellen Bezeichnung, oder mit einem Schlagworte, sowie mit der beiläufigen Lage des Punktes, derselbe so bezeichnet, dass man imstande sei, jederzeit denselben in der Aufnahme schnell aufzufinden.

III. Vertical-Colonne.

Datum.

Wird eingetragen, um später eventuelle Vergleiche mit der Witterung in den Nachbarsectionen machen zu können.

IV. Vertical-Colonne.

Stunde.

Die Stunde, zu welcher eine barometrische Messung stattgefunden, respective der Zeitunterschied zwischen einer Messung und der anderen muss berücksichtigt werden, nachdem zu verschiedenen Tageszeiten eine verschiedene Temperatur und Dampfspannung herrscht, welche Momente eine Variabilität der Barometerstandes zur Folge haben müssen.

Obwohl die regelmäßigen täglichen Schwankungen des Luftdruckes in der neueren Meteorologie unerklärt gelassen werden, bleibt es Thatsache, dass diese tägliche Periode ungefähr um 4 Uhr morgens und nachmittags ein Maximum, dagegen um 10 Uhr morgens und abends ein Minimum des Luftdruckes aufweist.

Diese Tageszeiten, welche in den verschiedenen Monaten mehr oder weniger variabel sind, eignen sich am besten zur Vornahme barometrischer Messungen.

Wenn man den Grundsatz beachtet, dass eine barometrische Kette innerhalb drei Stunden zu messen ist, wird man die Zeit von 8 bis 11 Uhr vormittags und von 2 bis 5 Uhr nachmittags als die günstigste wählen.

In der Praxis wird es jedoch nicht immer möglich sein, binnen drei Stunden die Kette zu schließen, weshalb der großen Verschiedenheit der Barometerschwankungen wegen, die über diese Zeit hinaus eintreten können, sich Fehler ergeben werden, welche beim Ausgleich berücksichtigt sein müssen.

Nachdem die Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass je länger der Zeitunterschied zwischen einer Messung und der anderen ist, desto größer diese Schwankungen werden, muss man beim Ausgleich den größten Theil des Fehlers (siehe 13. Vertical-Colonne) bei jenem Punkte berücksichtigen, wo man den größten Zeitunterschied notierte. Bei unserem Beispiele ist dies beim Punkte 5 der Fall.

V. Vertical-Colonne.

Witterungs-Verhältnisse und sonstige Anmerkungen.

Nachdem hauptsächlich die Winde den Dampfgehalt der Luft erheblich erhöhen oder vermindern können, so ist es einleuchtend, dass alle Veränderungen, welche sich im Laufe einer barometrischen Kette diesbezüglich ergeben, genauestens notiert werden, damit dieselben beim Ausgleich in demselben Sinne, wie bei IV erwähnt wurde, berücksichtigt werden können.

Das schlechte Wetter hat somit keinen Einfluss auf die Richtigkeit der Kette, sobald dieses Verhältnis constant bleibt. Bezüglich der Winde sei erwähnt, dass im allgemeinen Ost-, Südost- und Südwinde das Barometer zum Fallen, West-, Nordwest- und Nordwinde das Barometer zum Steigen bringen.[1])

VI. Vertical-Colonne.

Lufttemperatur nach Celsius.

Als Basis zur Vergleichung barometrischer Messungen nimmt man an, dass die Temperatur der Luft 0° betrage. Würde die Luft bei einer Messung einen höheren Wärmegrad haben, so würde sie auch dementsprechend dünner als bei 0° sein und infolge dessen auch die Höhe der Luftsäule größer werden. Bei einer Temperatur unter 0° tritt das Verkehrte ein.

---

[1]) Das Gesetz der Stürme. Dove 1873. Seite 113.

Da sich die Luft bei einer Erwärmung von 1° Celsius um $^1/_{273}$stel oder um 0·00367 ihres Volumens ausdehnt, müsste die Höhe der Luftsäule, damit sie mit anderen Messungen verglichen werden kann, um $h \times (0{\cdot}004 \,.\, T)$ vermehrt oder vermindert werden, was bei der Berechnung in der Vertical-Colonne XII berücksichtigt wird.

Die Lufttemperatur wird mittelst eines Schleuderthermometers gemessen. Dasselbe ist so eingerichtet, dass man es mittelst einer seidenen Schnur, welche am oberen Ende der Glasröhre befestigt ist, im Kreise schleudern kann, um auf diese Weise die localen Verhältnisse, welche die Temperatur der Luft beeinflussen könnten, eliminieren zu können. Die Eintheilung ist auf der Glasröhre selbst angebracht, die Zehntel müssen geschätzt werden.

Beim Ablesen halte man das Thermometer weit vom Gesichte, damit der Hauch den Stand der Quecksilbersäule nicht beeinträchtige.

VII. Vertical-Colonne.

Inneres Thermometer nach Celsius.

Als Basis zur Vergleichung barometrischer Messungen gilt auch in diesem Falle 0° Temperatur, sei es für die Quecksilbersäule bei Quecksilberbarometern, sei es für das Metall im Innern eines Aneroides.

Bei einer höheren Temperatur dehnt sich das Quecksilber aus, es würde somit bei einer Erwärmung von 1° Celsius 1 cm^3 Quecksilber nicht mehr 13·596 specifisches Gewicht haben oder 13·6 g wiegen, sondern weniger. Mit anderen Worten: Es würde die Luftsäule, welche von 1 cm^3 Quecksilber mit 1° Celsius im Gleichgewichte gehalten würde, kleiner als bei 0° Temperatur des Quecksilbers sein.

Der Ausdehnungs-Coefficient des Quecksilbers ist 0·00018018, d. h. eine Quecksilbersäule von 1 m Länge dehnt sich bei einer Erwärmung von 1° Celsius um $1 \times 0{\cdot}00018018\,m$ oder um $0{\cdot}180\,mm$ aus.

Ist die Säule $762\,mm$ lang, dann beträgt die Ausdehnung bei 1° Celsius $762 \times 0{\cdot}00018018 = 0{\cdot}137\,mm$ und für 10° Celsius $1{\cdot}37\,mm$.

Wollte man die Temperatur des Quecksilbers nicht berücksichtigen, so würde man die Höhe um den erwähnten Betrag zu groß oder zu klein erhalten, je nachdem die Temperatur über oder unter 0° Celsius abgelesen wurde. Da die Eintheilung eines Aneroides auf Grund eines Quecksilberbarometers vorgenommen wird, erscheint zum Theile dieser Einfluss der Temperatur behoben, zum Theile jedoch, insoweit die Erwärmung die Bestandtheile des Aneroides betrifft, muss die Correctur erst ausgemittelt und angebracht werden.

Die Ermittlung dieser Correctur für Aneroide erfolgt durch Vergleich eines Instrumentes mit einem vorzüglichen Quecksilberbarometer, und zwar bei verschiedenen Temperaturen und bei verschiedenem Luftdrucke, was für die Aneroide der Militärmappierung alljährlich im Winter im k. und k. militär-geographischen Institute vorgenommen wird.

Die erlangten Correcturen sind jedem einzelnen Aneroide beigegeben und werden tabellarisch auf der ersten Seite des Manuales für Barometermessungen überschrieben.

Um den Einfluss der Temperatur im Innern des Instrumentes in Rechnung ziehen zu können, befindet sich auf jedem Aneroide ein kleines Thermometer.

Abgelesen werden ganze Grade, die Zehntel müssen geschätzt werden.

VIII. Vertical-Colonne.

Barometerstand in Millimeter.

Jeder Theilstrich eines Aneroides entspricht der Veränderung eines Millimeters der Quecksilbersäule eines Quecksilber-Barometers.

Die Ablesung geschieht somit in Millimeter, wobei die Zehntel geschätzt werden.

Vor dem Ablesen klopfe man mit dem Finger sanft auf den Glasdeckel des Aneroides, um etwaige Hemmungen in der freien Bewegung des Zeigers zu beseitigen.

Die Ablesungen sind constant entweder bei verticaler oder bei horizontaler Lage des Aneroides durchzuführen.

IX. Vertical-Colonne.

Barometer auf 0^0 reduciert.

Diese und die folgenden Colonnen werden im Zimmer gelegentlich der Berechnung der einzelnen barometrischen Ketten ausgefüllt.

Um diese Berechnungen leichter zu gestalten sind zahlreiche Tabellen zusammengestellt. Bei der Militär-Mappierung sind die hier beigefügten „Barometrischen Höhentafeln nach Radau" in Anwendung. Bei Verfassung dieser Tafeln ist man von der Annahme ausgegangen, dass in der Verlängerung des Meeres-Niveau unter dem Continente bei 0^0 Temperatur der Luft und des Quecksilbers ein mittlerer Barometerstand von $762\,mm$ herrsche.

Im Mittleren entspricht einer Veränderung von $1\,mm$ des Barometers ein Höhenunterschied von $11\,m$.

Hätte man somit eine Barometer-Ablesung auf einem anderen Punkte über dem Meeresniveau gemacht, so ist es leicht einzusehen, dass man durch den Unterschied zwischen der angenommenen Ablesung auf dem verlängerten Meeresniveau und jener, welche man wirklich gemacht hat, die relative Höhe beider Punkte beziehungsweise die absolute Höhe des Standpunktes erhält.

Zuerst muss jedoch die gemachte Ablesung in das Verhältnis von 0^0 Temperatur gebracht werden, was durch Anbringung der sub VII erwähnten Correctur erfolgt.

X. Vertical-Colonne.

Genäherte Seehöhe in Meter.

Auf Grund des auf Null reducierten Barometerstandes werden im Sinne des Vorerwähnten in den beigegebenen barometrischen Höhentafeln nach Radau die entsprechenden Seehöhen aufgesucht und eingetragen.

Der Ausdruck „genäherte Seehöhe" deutet darauf hin, dass die gerechneten Höhen von den wahren Seehöhen mehr oder weniger abweichen, da die Voraussetzungen, auf welche die Tafeln basieren, höchst selten zutreffen. Der Luftdruck auf dem Meerespiegel des adriatischen Meeres schwankt zwischen 730 *mm* und 790 *mm*. Die Seehöhe würde nur in dem Falle genau zutreffen, als dort thatsächlich ein Barometerstand von 762 *mm* vorherrscht. In jedem anderen Falle wäre die Seehöhe zu groß oder zu klein, je nachdem der am Meereherrschende Luftdruck über oder unter 762 *mm* ist.

XI. Vertical-Colonne.

Summe der Lufttemperaturen $(t + t')$ nach Celsius.

Nachdem wie erwähnt die Tafeln nach Radau auf eine mittlere Temperatur von 0^0 basieren, muss die entsprechende Correction wegen der Lufttemperatur angebracht werden, was nach der an beiden Beobachtungsorten abgelesenen Temperatur (Colonne VI) geschieht. Da durch die an den beiden Stationen gemachten Ablesungen am Schleuderthermometer nur die an diesen Orten herrschende Temperatur und keineswegs jene der zwischen den beiden Stationen befindlichen Luftsäule erlegt wird, da uns weiters die Gesetze, nach welchen die Temperatur der Luft mit Zunahme der absoluten Höhe abnimmt, unbekannt sind und die Beobachtungen nicht in einer Verticalebene erfolgen, wird man keine besonderen Fehler begehen, wenn man als Temperatur der zwischen

den zwei Punkten befindlichen Luftsäule das arithmetische Mittel aus den beiden Thermometerablesungen nimmt, wonach die Correction mit Rücksicht auf das unter VI Gesagte $= h \times \left(0{\cdot}004 \,.\, \frac{t + t_1}{2}\right)$ $= h \times 0{\cdot}002\ (t + t_1)$.

In dieser Colonne wird somit die Summe beider Temperaturen in ganzen Graden abgerundet eingetragen.

XII. Vertical-Colonne.

Correction des genäherten Höhenunterschiedes „*h*" wegen der Lufttemperaturen.

Der Höhenunterschied „*h*" wird durch Subtrahieren der kleineren von der größeren Zahl, welche in der Vertical-Colonne X eingetragen wurde, gefunden.

Zur Übersicht bezeichnet man sich den Höhenunterschied mit + oder —.

In der beigegebenen Tabelle „zur Correction wegen der Temperatur der Luft" wird die Correctur für die in der Colonne XI eingetragene Temperatur aufgesucht.

Wäre in unserem Beispiele die Correction für den erhaltenen genäherten Höhenunterschied von 18·8 *m* und für die Summe der beiden Lufttemperaturen = 33° aufzusuchen, so findet man in der erwähnten Tabelle am Kopfe die Zahlen 1 bis 9, welche den einzelnen Ziffern des erhaltenen Höhenunterschiedes entsprechen.

Die Decimalien werden nicht berücksichtigt, es wird in unserem Falle somit die Zahl 18·8 *m* auf 19 *m* abgerundet.

Bei 33° und für die Zahl 9 findet man die Correction = 594
„ 33° „ „ „ „ 1 „ „ „ „ = 066

Die erste Stelle (5) der Zahl 594 wird unter der ersten Decimale (8) eingetragen; jene der zweiten Correction (066) oder jeder nachfolgenden immer um eine Stelle weiter nach links geschrieben.

Wurde die Correction auf diese Weise eingetragen, so wird sie mit dem Höhenunterschied addiert (20·0 *m*).

XIII. Vertical-Colonne.

Höhenunterschied und Ausgleichung.

Der in voriger Vertical-Colonne durch die Addition erhaltene Höhenunterschied wird hier eingetragen.

Man addiert sodann alle mit + und wieder für sich jene, mit — eingetragenen Höhenunterschiede. Die Differenz beider Summen,

welche + oder — sein kann, gibt an, um wie viel man vom Ausgangspunkte bis zum Endpunkte der Kette gefallen oder gestiegen ist.

In unserem Beispiel ergibt sich dies wie folgt:

+	—	
20	76	155
108	74	144
16	5	— 11
144	155	

War die Witterung constant, so musste man somit vom Punkte Kreuz 68 bis zum Signal 19 um 11 *m* gefallen sein.

Da die Höhe dieser beiden Punkte trigonometrisch bestimmt wurde, so ist leicht die Richtigkeit dieser Zahl zu controlieren.

Etwaige Fehler müssen im Sinne des bei den ersten Colonnen Erwähnten auf alle Punkte gleichmäßig oder nur auf jene vertheilt werden, wo infolge der verwendeten Zeit oder der wechselnden Witterung ein Fehler zu erwarten ist.

Das Kreuz 68 hat eine absolute Höhe von 702 *m*
Das Zeichen 19 „ „ „ „ „ 685 *m*

Die Höhendifferenz beträgt somit — 17 *m*, woraus hervorgeht, dass ein Fehler von — 6 *m* begangen wurde.

Nachdem die Wahrscheinlichkeit dafür spricht (Vertical-Colonne IV und V), dass sich dieser Fehler bei den Beobachtungen des Punktes 4 und 5 eingeschlichen hat, müssen diese 6 *m* Differenz zur Zahl 74 gezählt werden.

XIV. Vertical-Colonne.

Absolute Höhe des Punktes.

Durch Addition oder Subtraction der in voriger Colonne erhaltenen Zahlen zu oder von den absoluten Höhen, erhält man die absolute Höhe der barometrisch gemessenen Punkte.

XV. Vertical-Colonne.

Nummer des Punktes.

Der Übersicht halber werden die Nummern der Punkte so wie in der ersten Vertical-Colonne eingetragen.

Barometrische Höhentafel nach Radau.

Tabelle der genäherten Seehöhen in Meter.

Barometer-Stand *mm*	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9
451	4189·7	4187·9	4186·2	4184·4	4182·6	4180·8	4179·1	4177·3	4175·5	4173·8
452	4172·0	4170·2	4168·5	4166·7	4164·9	4163·1	4161·4	4159·6	4157·8	4156·1
453	4154·3	4152·5	4150·8	4149·0	4147·3	4145·5	4143·7	4142·0	4140·2	4138·5
454	4136·7	4134·9	4133·2	4131·4	4129·7	4127·9	4126·1	4124·4	4122·6	4120·9
455	4119·1	4117·3	4115·6	4113·8	4112·1	4110·3	4108·6	4106·8	4105·1	4103·3
456	4101·6	4099·8	4098·1	4096·3	4094·6	4092·8	4091·1	4089·3	4087·6	4085·8
457	4084·1	4082·3	4080·6	4078·8	4077·1	4075·3	4073·6	4071·8	4070·1	4068·3
458	4066·6	4064·9	4063·1	4061·4	4059·6	4057·9	4056·2	4054·4	4052·7	4050·9
459	4049·2	4047·5	4045·7	4044·0	4042·2	4040·5	4038·8	4037·0	4035·3	4033·5
460	4031·8	4030·1	4028·3	4026·6	4024·8	4023·1	4021·4	4019·6	4017·9	4016·1
461	4014·4	4012·7	4010·9	4009·2	4007·5	4005·7	4004·0	4002·3	4000·6	3998·8
462	3997·1	3995·4	3993·6	3991·9	3990·2	3988·4	3986·7	3985·0	3983·3	3981·5
463	3979·8	3978·1	3976·4	3974·6	3972·9	3971·2	3969·5	3967·8	3966·0	3964·3
464	3962·6	3960·9	3959·2	3957·4	3955·7	3954·0	3952·3	3950·6	3948·8	3947·1
465	3945·5	3943·7	3942·0	3940·2	3938·5	3936·8	3935·1	3933·4	3931·6	3929·9
466	3928·2	3926·5	3924·8	3923·1	3921·4	3919·6	3917·9	3916·2	3914·5	3912·8
467	3911·1	3909·4	3907·7	3906·0	3904·3	3902·5	3900·8	3899·1	3897·4	3895·7
468	3894·0	3892·3	3890·6	3888·9	3887·2	3885·4	3883·7	3882·0	3880·3	3878·6
469	3876·9	3875·2	3873·5	3871·8	3870·1	3868·4	3866·7	3865·0	3863·3	3861·6
470	3859·9	3858·2	3856·5	3854·8	3853·1	3851·4	3849·7	3848·0	3846·3	3844·6
471	3842·9	3841·2	3839·5	3837·8	3836·1	3834·4	3832·7	3831·0	3829·3	3827·6
472	3825·9	3824·2	3822·5	3820·8	3819·1	3817·4	3815·8	3814·1	3812·4	3810·7
473	3809·0	3807·3	3805·6	3803·9	3802·2	3800·5	3798·9	3797·2	3795·5	3793·8
474	3792·1	3790·4	3788·7	3787·1	3785·4	3783·7	3782·0	3780·3	3778·7	3777·0
475	3775·3	3773·6	3771·9	3770·3	3768·6	3766·9	3765·2	3763·5	3761·9	3760·2
476	3758·5	3756·8	3755·1	3753·5	3751·8	3750·1	3748·4	3746·7	3745·1	3743·4
477	3741·7	3740·0	3738·4	3736·7	3735·0	3733·3	3731·7	3730·0	3728·3	3726·7
478	3725·0	3723·3	3721·7	3720·0	3718·3	3716·6	3715·0	3713·3	3711·6	3710·0
479	3708·3	3706·6	3705·0	3703·3	3701·6	3699·9	3698·3	3696·6	3694·9	3693·3
480	3691·6	3689·9	3688·3	3686·6	3685·0	3683·3	3681·6	3680·0	3678·3	3676·7
481	3675·0	3673·3	3671·7	3670·0	3668·4	3666·7	3665·0	3663·4	3661·7	3660·1
482	3658·4	3656·7	3655·1	3653·4	3651·8	3650·1	3648·4	3646·8	3645·1	3643·5
483	3641·8	3640·1	3638·5	3636·8	3635·2	3633·5	3631·9	3630·2	3628·6	3626·9
484	3625·3	3623·6	3622·0	3620·3	3618·7	3617·0	3615·4	3613·7	3612·1	3610·4
485	3608·8	3607·1	3605·5	3603·8	3602·2	3605·5	3598·9	3597·2	3595·6	9593·9
	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9

Barometer-Stand *mm*	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9
486	3592·3	3590·7	3589·0	3587·2	3585·7	3584·1	3582·5	3580·8	3579·2	3577·5
487	3575·9	3574·3	3572·6	3571·0	3569·3	3567·7	3566·1	3564·4	3562·8	3561·1
488	3559·5	3557·9	3556·2	3554·6	3552·9	3551·3	3549·7	3548·0	3546·4	3544·7
489	3543·1	3541·5	3539·8	3538·2	3536·6	3534·9	3533·3	3531·7	3530·1	3528·4
490	3526·8	3525·2	3523·5	3521·9	3520·3	3518·6	3517·0	3515·4	3513·8	3512·1
491	3510·5	3508·9	3507·3	3505·6	3504·0	3502·4	3500·8	3499·2	3497·5	3495·9
492	3494·3	3492·7	3491·1	3489·4	3487·8	3486·2	3484·6	3483·0	3481·3	3479·7
493	3478·1	3476·5	3474·9	3473·2	3471·6	3470·0	3468·4	3466·8	3465·1	3463·5
494	3461·9	3460·3	3458·7	3457·0	3455·4	3453·8	3452·2	3450·6	3448·9	3447·3
495	3445·7	3444·1	3442·5	3440·9	3439·3	3437·6	3436·0	3434·4	3482·8	3431·2
496	3429·6	3428·0	3426·4	3424·8	3423·2	3421·5	3419·9	3418·3	3416·7	3415·1
497	3413·5	3411·9	3410·3	3408·7	3407·1	3405·4	3403·8	3402·2	3400·6	3399·0
498	3397·4	3395·8	3394·2	3392·6	3391·0	3389·4	3387·8	3386·2	3384·6	3383·0
499	3381·4	3379·8	3378·2	3376·6	3375·0	3373·4	3371·8	3370·2	3368·6	3367·0
500	3365·4	3363·8	3362·2	3360·6	3359·0	3357·4	3355·8	3354·2	3352·6	3351·0
501	3349·4	3347·8	3346·2	3344·6	3343·0	3341·4	3339·9	3338·3	3336·7	3335·1
502	3333·5	3331·9	3330·3	3328·7	3327·1	3325·5	3324·0	3322·4	3320·8	3319·2
503	3317·6	3316·0	3314·4	3312·8	3311·2	3309·6	3308·1	3306·5	3304·9	3303·3
504	3301·7	3300·1	3298·5	3297·0	3295·4	3293·8	3292·2	3290·6	3289·1	3287·5
505	3285·9	3284·3	3282·7	3281·2	3279·6	3278·0	3276·4	3274·8	3273·3	3271·7
506	3270·1	3268·5	3266·9	3265·4	3263·8	3262·2	3260·6	3259·0	3257·5	3255·9
507	3254·3	3252·7	3251·1	3249·6	3248·0	3246·4	3244·8	3243·2	3241·7	3240·1
508	3238·5	3231·9	3235·4	3233·8	3232·2	3230·6	3229·1	3227·5	3225·9	3224·4
509	3222·8	3221·2	3219·7	3218·1	3216·5	3214·9	3213·4	3211·8	3210·2	3208·7
510	3207·1	3205·5	3204·0	3202·4	3200·9	3199·3	3197·7	3196·2	3194·6	3193·1
511	3191·5	3189·9	3188·4	3186·8	3185·3	3183·7	3182·1	3180·6	3179·0	3177·5
512	3175·9	3174·3	3172·8	3171·2	3169·7	3168·1	3166·5	3165·0	3163·4	3161·9
513	3160·3	3158·7	3157·2	3155·6	3154·1	3152·5	3150·9	3149·4	3147·8	3146·3
514	3144·7	3143·1	3141·6	3140·0	3138·5	3136·9	3135·4	3133·8	3132·3	3130·7
515	3129·2	3127·6	3126·1	3124·5	3123·0	3121·4	3119·9	3118·3	3116·8	3115·2
516	3113·7	3112·1	3110·6	3109·0	3107·5	3105·9	3104·4	3102·8	3101·3	3099·7
517	3089·2	3096·7	3095·1	3093·6	3092·0	3090·5	3089·0	3087·4	3085·9	3084·3
518	3082·8	3081·3	3079·7	3078·2	3076·6	3075·1	3073·6	3072·0	3070·5	3068·9
519	3067·4	3065·9	3064·3	3062·8	3061·2	3059·7	3058·2	3056·6	3055·1	3053·5
520	3052·0	3050·5	3048·9	3047·4	3045·8	3044·3	3042·8	3041·2	3039·7	3038·1
521	3036·6	3035·1	3033·5	3032·0	3030·5	3028·9	3027·4	3025·9	3024·4	3022·8
522	3021·3	3019·8	3018·2	3016·7	3015·2	3013·6	3012·1	3010·6	3009·1	3007·5
523	3006·0	3004·5	3002·9	3001·4	2999·9	2998·3	2996·8	2995·3	2993·8	2992·2
524	2990·7	2989·2	2987·7	2986·1	2984·6	2983·1	2981·6	2980·1	2978·5	2977·0
525	2975·5	2974·0	2972·5	2970·9	2969·4	2967·9	2966·4	2964·9	2963·3	2961·8
	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9

Barometer-Stand *mm*	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9
526	2960·3	2958·8	2957·3	2955·7	2954·2	2952·7	2951·2	2949·7	2948·1	2946·1
527	2945·1	2943·6	2942·1	2940·6	2939·1	2937·5	2936·0	2934·5	2933·0	2931·5
528	2930·0	2928·5	2927·0	2925·5	2924·0	2922·4	2920·9	2919·4	2917·9	2916·4
529	2914·9	2913·4	2911·9	2910·4	2908·9	2907·3	2905·8	2904·3	2902·8	2901·3
530	2899·8	2898·3	2896·8	2895·3	2893·8	2892·2	2890·7	2889·2	2887·7	2886·2
531	2884·7	2883·2	2881·7	2880·2	2878·7	2877·2	2875·7	2874·2	2872·7	2871·2
532	2869·7	2868·2	2866·7	2865·2	2863·7	2862·2	2860·7	2859·2	2857·7	2856·2
533	2854·7	2853·2	2851·7	2850·2	2848·7	2847·2	2845·7	2844·2	2842·7	2841·2
534	2839·7	2838·2	2836·7	2835·2	2833·7	2832·2	2830·7	2829·2	2827·7	2826·2
535	2824·7	2823·2	2821·7	2820·2	2818·7	2817·2	2815·8	2814·3	2812·8	2811·3
536	2809·8	2808·3	2806·8	2805·3	2803·8	2802·3	2800·9	2799·4	2797·9	2796·4
537	2794·9	2793·4	2791·9	2790·4	2788·9	2787·4	2786·0	2784·5	2783·0	2781·5
538	2780·0	2778·8	2777·0	2775·6	2774·1	2772·6	2771·1	2769·6	2768·2	2766·7
539	2765·2	2763·7	2762·2	2760·8	2759·3	2757·8	2756·3	2754·8	2753·4	2751·9
540	2750·4	2748·9	2747·4	2746·0	2744·5	2743·0	2741·5	2740·0	2738·6	2737·1
541	2735·6	2734·1	2732·6	2731·2	2729·7	2728·2	2726·7	2725·2	2723·8	2722·3
542	2720·8	2719·3	2717·9	2716·4	2714·9	2713·4	2712·0	2710·5	2709·0	2707·6
543	2706·1	2704·6	2703·2	2701·7	2700·2	2698·7	2697·3	2695·8	2694·3	2692·9
544	2691·4	2689·9	2688·5	2687·0	2685·5	2684·0	2682·6	2681·1	2679·6	2678·2
545	2676·7	2675·2	2673·8	2672·3	2670·9	2669·4	2667·9	2666·5	2665·0	2663·6
546	2662·1	2660·6	2659·2	2657·7	2656·3	2654·8	2653·3	2651·9	2650·4	2649·0
547	2647·5	2646·0	2644·6	2643·1	2641·7	2640·2	2638·7	2637·3	2635·8	2634·4
548	2632·9	2631·4	2630·0	2628·5	2627·1	2625·6	2624·1	2622·7	2621·2	2619·8
549	2618·3	2616·8	2615·4	2613·9	2612·5	2611·0	2609·6	2608·1	2606·7	2605·2
550	2603·8	2602·4	2600·9	2599·5	2598·0	2596·6	2595·1	2593·7	2592·2	2590·8
551	2589·3	2587·9	2586·4	2585·0	2583·5	2582·1	2580·6	2579·2	2577·7	2576·3
552	2574·8	2573·4	2571·9	2570·5	2569·0	2567·6	2566·1	2564·7	2563·2	2561·8
553	2560·3	2558·9	2557·4	2556·0	2554·5	2553·0	2551·6	2550·2	2548·8	2547·3
554	2545·9	2544·5	2543·0	2541·6	2540·1	2538·6	2537·2	2535·8	2534·4	2533·0
555	2531·5	2530·1	2528·6	2527·2	2525·7	2524·3	2522·9	2521·5	2520·0	2518·6
556	2517·1	2515·7	2514·2	2512·8	2511·3	2509·9	2508·5	2507·1	2505·6	2504·2
557	2502·7	2501·3	2499·9	2498·5	2497·1	2495·6	2494·2	2492·8	2491·3	2489·9
558	2488·4	2487·0	2485·6	2484·2	2482·8	2481·3	2479·9	2478·5	2477·0	2475·6
559	2474·1	2472·7	2471·3	2469·9	2468·5	2467·0	2465·6	2464·2	2462·7	2461·3
560	2459·8	2458·4	2457·0	2455·6	2454·2	2452·7	2451·3	2449·9	2448·4	2447·0
561	2445·6	2444·2	2442·8	2441·4	2440·0	2438·5	2437·1	2435·7	2434·2	2432·8
562	2431·4	2430·0	2428·6	2427·2	2425·8	2424·3	2422·9	2421·5	2420·0	2418·6
563	2417·2	2415·8	2414·4	2413·0	2411·6	2410·1	2408·7	2407·3	2405·8	2404·4
564	2403·0	2401·6	2400·2	2398·8	2397·4	2395·9	2394·5	2393·1	2391·6	2390·2
565	2388·8	2387·4	2386·0	2384·6	2383·2	2381·8	2380·4	2379·0	2377·5	2376·1
	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9

Barometer-Stand *mm*	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9
566	2374·7	2373·3	2371·9	2370·5	2369·1	2367·7	2366·3	2364·9	2363·4	2362·0
567	2360·6	2359·2	2357·8	2356·4	2355·0	2353·6	2352·2	2350·8	2349·3	2347·9
568	2346·5	2345·1	2343·7	2342·3	2340·9	2339·5	2338·1	2336·7	2335·3	2333·9
569	2332·5	2331·1	2329·7	2328·3	2326·9	2325·5	2324·1	2322·7	2321·3	2319·9
570	2318·4	2317·0	2315·6	2314·2	2312·8	2311·4	2310·0	2308·6	2307·2	2305·8
571	2304·4	2303·0	2301·6	2300·2	2298·8	2297·4	2296·0	2294·6	2293·2	2291·8
572	2290·4	2289·0	2287·6	2286·2	2284·8	2283·4	2282·0	2280·6	2279·2	2277·8
573	2276·5	2275·1	2273·7	2272·3	2270·9	2269·5	2268·1	2266·7	2265·3	2263·9
574	2262·6	2261·2	2259·8	2258·4	2257·0	2255·6	2254·2	2252·8	2251·4	2250·0
575	2248·7	2247·3	2245·9	2244·5	2243·1	2241·7	2240·3	2238·9	2237·5	2236·2
576	2234·8	2233·4	2232·0	2230·6	2229·2	2227·8	2226·4	2225·0	2223·6	2222·2
577	2220·9	2219·5	2218·1	2216·7	2215·3	2213·9	2212·5	2211·1	2209·7	2208·4
578	2207·1	2205·7	2204·3	2202·9	2201·5	2200·2	2198·8	2197·4	2196·0	2194·7
579	2193·3	2191·9	2190·5	2189·2	2187·8	2186·4	2185·1	2183·7	2182·3	2180·9
580	2179·5	2178·1	2176·8	2175·4	2174·0	2172·7	2171·3	2169·9	2168·5	2167·1
581	2165·7	2164·3	2162·9	2161·6	2160·2	2158·8	2157·5	2156·1	2154·7	2153·4
582	2152·0	2150·6	2149·2	2147·9	2146·5	2145·1	2143·8	2142·4	2141·0	2139·7
583	2138·3	2136·9	2135·5	2134·2	2132·8	2131·4	2130·1	2128·7	2127·3	2126·0
584	2124·6	2123·2	2121·8	2120·5	2119·1	2117·7	2116·4	2115·0	2113·6	2112·3
585	2110·9	2109·5	2108·1	2106·8	2105·4	2104·1	2102·7	2101·4	2100·0	2098·7
586	2097·3	2095·9	2094·5	2093·2	2091·8	2090·5	2089·1	2087·8	2086·4	2085·1
587	2083·7	2082·3	2080·9	2079·6	2078·2	2076·8	2075·5	2074·1	2072·8	2071·5
588	2070·1	2068·7	2067·3	2066·0	2064·6	2063·2	2061·9	2060·5	2059·2	2057·9
589	2056·5	2055·1	2053·7	2052·4	2051·0	2049·7	2048·3	2046·9	2045·6	2044·3
590	2042·9	2041·5	2040·2	2038·8	2037·5	2036·1	2034·8	2033·4	2032·1	2030·8
591	2029·4	2028·0	2026·7	2025·3	2023·9	2022·6	2021·2	2019·9	2018·5	2017·2
592	2015·9	2014·5	2013·2	2011·8	2010·5	2009·1	2007·8	2006·4	2005·1	2003·7
593	2002·4	2001·0	1999·7	1998·3	1997·0	1995·6	1994·3	1992·9	1991·6	1990·3
594	1989·0	1987·7	1986·3	1985·0	1983·6	1982·3	1980·9	1979·6	1978·2	1976·9
595	1975·5	1974·2	1972·8	1971·5	1970·2	1968·8	1967·5	1966·1	1964·8	1963·4
596	1962·1	1960·8	1959·4	1958·0	1956·7	1955·3	1953·9	1952·6	1951·3	1950·0
597	1948·7	1947·4	1946·1	1944·8	1943·4	1942·1	1940·8	1939·4	1938·1	1936·8
598	1935·4	1934·1	1932·8	1931·4	1930·1	1928·8	1927·4	1926·1	1924·8	1923·4
599	1922·0	1920·7	1919·4	1918·0	1916·7	1915·4	1914·0	1912·7	1911·4	1910·0
600	1908·7	1907·4	1906·1	1904·8	1903·4	1902·1	1900·8	1899·4	1898·1	1896·8
601	1895·4	1894·1	1892·8	1891·5	1890·1	1888·8	1887·5	1886·1	1884·8	1883·4
602	1882·1	1880·8	1879·5	1878·2	1876·8	1875·5	1874·2	1872·8	1871·5	1870·1
603	1868·8	1867·5	1866·2	1864·9	1863·6	1862·2	1860·9	1859·6	1858·2	1856·9
604	1855·6	1854·3	1853·0	1851·7	1850·4	1849·0	1847·7	1846·4	1845·1	1843·7
605	1842·4	1841·1	1839·8	1838·5	1837·2	1835·8	1834·5	1833·2	1831·9	1830·5
	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9

Barometer-Stand *mm*	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9
606	1829·2	1827·9	1826·6	1825·3	1824·0	1822·6	1821·3	1820·0	1818·7	1817·3
607	1816·0	1814·7	1813·4	1812·1	1810·8	1809·5	1808·2	1806·9	1805·6	1804·2
608	1802·9	1801·6	1800·3	1799·0	1797·7	1796·4	1795·1	1793·8	1792·5	1791·1
609	1789·8	1788·5	1787·2	1785·9	1784·6	1783·3	1782·0	1780·7	1779·4	1778·0
610	1776·7	1775·4	1774·1	1772·8	1771·5	1770·2	1768·9	1767·6	1766·3	1764·9
611	1763·6	1762·3	1761·0	1759·7	1758·4	1757·1	1755·8	1754·5	1753·2	1751·8
612	1750·5	1749·2	1747·9	1746·6	1745·3	1744·0	1742·7	1741·4	1740·1	1738·8
613	1737·5	1736·2	1734·9	1733·6	1732·3	1731·0	1729·7	1728·4	1727·1	1725·7
614	1724·4	1723·1	1721·8	1720·5	1719·2	1717·9	1716·6	1715·3	1714·0	1712·7
615	1711·4	1710·1	1708·8	1707·5	1706·2	1704·9	1703·6	1702·3	1701·0	1699·8
616	1698·5	1697·2	1695·9	1694·6	1693·3	1692·0	1690·7	1689·4	1688·1	1686·8
617	1685·5	1684·2	1682·9	1681·6	1680·3	1679·0	1677·7	1676·4	1675·1	1673·9
618	1672·6	1671·3	1670·0	1668·7	1667·4	1666·1	1664·8	1663·5	1662·2	1661·0
619	1659·7	1658·4	1657·1	1655·8	1654·5	1653·2	1651·9	1650·6	1649·3	1648·1
620	1646·8	1645·5	1644·2	1642·9	1641·6	1640·3	1639·0	1637·7	1636·4	1635·2
621	1633·9	1632·6	1631·3	1630·0	1628·7	1627·4	1626·1	1624·8	1623·5	1622·3
622	1621·0	1619·7	1618·4	1617·1	1615·8	1614·6	1613·3	1612·0	1610·7	1609·5
623	1608·2	1606·9	1605·6	1604·3	1603·0	1601·8	1600·5	1599·2	1597·9	1596·7
624	1595·4	1594·1	1592·8	1591·5	1590·2	1589·0	1587·7	1586·4	1585·1	1583·9
625	1582·6	1581·3	1580·0	1578·7	1577·4	1576·2	1574·9	1573·6	1572·3	1571·1
626	1569·8	1568·5	1567·3	1566·0	1564·8	1563·5	1562·2	1561·0	1559·7	1558·4
627	1557·1	1555·8	1554·5	1553·3	1552·0	1550·8	1549·5	1548·2	1547·0	1545·7
628	1544·4	1543·1	1541·8	1540·1	1539·3	1538·0	1536·8	1535·5	1534·3	1533·0
629	1531·7	1530·4	1529·1	1527·9	1526·6	1525·3	1524·1	1522·8	1521·6	1520·3
630	1519·0	1517·7	1516·4	1515·2	1513·9	1512·6	1511·4	1510·1	1508·8	1507·5
631	1506·3	1505·0	1503·7	1502·5	1501·2	1500·0	1498·7	1497·5	1496·2	1495·0
632	1493·7	1492·4	1491·1	1489·9	1488·6	1487·4	1486·1	1484·9	1483·6	1482·3
633	1481·0	1479·7	1478·4	1477·2	1475·9	1474·7	1473·4	1472·1	1470·9	1469·6
634	1468·4	1467·1	1465·8	1564·6	1463·3	1462·1	1460·8	1459·5	1458·3	1457·0
635	1455·8	1454·5	1453·3	1452·0	1450·8	1449·5	1448·3	1447·0	1445·8	1444·5
636	1443·3	1442·0	1440·8	1439·5	1438·2	1437·0	1435·7	1434·4	1433·2	1431·9
637	1430·7	1429·4	1428·2	1426·9	1425·7	1424·4	1423·2	1421·9	1420·7	1419·4
638	1418·2	1416·9	1415·7	1414·4	1413·2	1411·9	1410·7	1409·4	1408·2	1406·9
639	1405·7	1404·4	1403·2	1401·9	1400·7	1399·4	1398·2	1396·9	1395·7	1394·4
640	1393·2	1391·9	1390·7	1389·4	1388·2	1386·9	1385·7	1384·4	1383·2	1381·9
641	1380·7	1379·4	1378·2	1376·9	1375·7	1374·5	1372·2	1372·0	1370·7	1369·5
642	1368·3	1367·0	1365·8	1364·5	1363·3	1362·0	1360·8	1359·5	1358·3	1357·0
643	1355·8	1354·5	1353·3	1352·0	1350·8	1349·6	1348·3	1347·1	1345·8	1344·6
644	1343·4	1342·1	1340·9	1339·6	1338·4	1337·2	1335·9	1334·7	1333·4	1332·2
645	1331·0	1329·7	1328·5	1327·2	1326·0	1324·8	1323·5	1322·3	1321·1	1319·9
	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9

Barometer-Stand *mm*	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9
646	1318·7	1317·4	1316·2	1314·9	1313·7	1312·5	1311·2	1309·9	1308·7	1307·5
647	1306·3	1305·0	1303·8	1302·6	1301·4	1300·1	1298·9	1297·7	1296·4	1295·2
648	1294·0	1292·7	1291·5	1290·3	1289·1	1287·8	1286·6	1285·4	1284·1	1282·9
649	1281·7	1280·4	1279·2	1278·0	1276·8	1275·5	1274·3	1273·1	1271·9	1270·6
650	1269·4	1268·1	1266·9	1265·7	1264·4	1263·2	1262·0	1260·7	1259·5	1258·3
651	1257·1	1255·9	1254·7	1253·4	1252·2	1251·0	1249·7	1248·5	1247·3	1246·1
652	1244·8	1243·6	1242·4	1241·2	1240·0	1238·7	1237·5	1236·3	1235·1	1233·8
653	1232·6	1231·4	1230·2	1229·0	1227·8	1226·5	1225·3	1224·1	1222·9	1221·6
654	1220·4	1219·2	1218·0	1216·8	1215·6	1214·3	1213·1	1211·9	1210·7	1209·5
655	1208·2	1207·0	1205·8	1204·6	1203·4	1202·1	1200·9	1199·7	1198·5	1197·3
656	1196·0	1194·8	1193·6	1192·4	1191·2	1190·0	1188·7	1187·5	1186·3	1185·1
657	1183·8	1182·6	1181·4	1180·2	1179·0	1177·8	1176·6	1175·4	1174·2	1173·0
658	1171·7	1170·5	1169·3	1168·1	1166·9	1165·6	1164·4	1163·2	1162·0	1160·7
659	1159·5	1158·3	1157·1	1155·9	1154·7	1153·5	1152·3	1151·1	1149·9	1148·7
660	1147·4	1146·2	1145·0	1143·8	1142·6	1141·4	1140·2	1139·0	1137·8	1136·6
661	1135·3	1134·1	1132·9	1131·7	1130·5	1129·3	1128·1	1126·9	1125·7	1124·5
662	1123·3	1122·1	1120·9	1119·7	1118·5	1117·3	1116·1	1114·9	1113·7	1112·5
663	1111·3	1110·1	1108·9	1107·7	1106·5	1105·3	1104·1	1102·9	1101·7	1100·5
664	1099·2	1098·0	1096·8	1095·6	1094·4	1093·2	1092·0	1090·8	1089·6	1088·4
665	1087·2	1086·0	1084·8	1083·6	1082·4	1081·2	1080·0	1078·8	1077·6	1076·4
666	1075·2	1074·0	1072·8	1071·6	1070·4	1069·2	1068·0	1066·8	1065·6	1064·4
667	1063·2	1062·0	1060·8	1059·6	1058·4	1057·2	1056·0	1054·8	1053·6	1052·4
668	1051·2	1050·0	1048·8	1047·6	1046·4	1045·2	1044·0	1042·8	1041·6	1040·4
669	1039·3	1038·1	1036·9	1035·7	1034·5	1033·3	1032·1	1030·9	1029·7	1028·5
670	1027·3	1026·1	1024·9	1023·7	1022·5	1021·3	1020·1	1018·9	1017·7	1016·5
671	1015·4	1014·2	1013·0	1011·8	1010·6	1009·4	1008·2	1007·0	1005·8	1004·6
672	1003·5	1002·3	1001·1	999·9	998·7	997·6	996·4	995·2	994·0	992·8
673	991·7	990·5	989·3	988·1	986·9	985·8	984·6	983·4	982·2	981·0
674	979·8	978·6	977·4	976·2	975·0	973·9	972·7	971·5	970·3	969·1
675	968·0	966·8	965·6	964·4	963·2	962·0	960·8	959·6	958·4	957·2
676	956·1	954·9	953·7	952·5	951·3	950·2	949·0	947·8	946·6	945·4
677	944·3	943·1	941·9	940·8	939·6	938·4	937·3	936·1	935·0	933·8
678	932·6	931·4	930·2	929·0	927·8	926·7	925·5	924·3	923·1	921·9
679	920·8	919·6	918·4	917·2	916·1	914·9	913·7	912·5	911·3	910·2
680	909·0	907·8	906·6	905·5	904·3	903·1	902·0	900·8	899·6	898·5
681	897·3	896·1	894·9	893·8	892·6	891·4	890·2	889·1	887·9	886·7
682	885·6	884·4	883·2	882·1	880·9	879·7	878·6	877·4	876·2	875·1
683	873·4	872·7	871·5	870·4	869·2	868·0	866·9	865·7	864·5	863·4
684	862·2	861·0	859·8	858·7	857·5	856·3	855·2	854·0	852·8	851·6
685	850·5	849·3	848·2	847·0	845·9	844·7	843·6	842·4	841·3	840·1
	·0	**·1**	**·2**	**·3**	**·4**	**·5**	**·6**	**·7**	**·8**	**·9**

Barometer-Stand *mm*	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9
686	838·9	837·7	836·6	835·4	834·3	833·1	831·9	830·8	829·6	828·5
687	827·3	826·1	824·9	823·8	822·6	821·4	820·3	819·1	817·9	816·8
688	815·6	814·4	813·3	812·1	811·0	809·8	808·7	807·5	806·4	805·2
689	804·0	802·8	801·7	800·5	799·4	798·2	797·1	795·9	794·7	793·6
690	792·5	791·3	790·2	789·0	787·9	786·7	785·6	784·4	783·3	782·1
691	780·9	779·7	778·6	777·4	776·3	775·1	774·0	772·8	771·7	770·5
692	769·3	768·1	767·0	765·8	764·7	763·5	762·4	761·2	760·1	758·9
693	757·8	756·6	755·5	754·3	753·2	752·0	750·9	749·7	748·5	747·4
694	746·3	745·1	744·0	742·8	741·7	740·5	739·4	738·2	737·1	735·9
695	734·8	733·6	732·5	731·3	730·2	729·0	727·9	726·7	725·6	724·4
696	723·3	722·1	721·0	719·8	718·7	717·5	716·4	715·3	714·1	713·0
697	711·9	710·7	709·6	708·4	707·3	706·1	705·0	703·8	702·7	701·6
698	700·4	699·2	698·1	696·9	695·8	694·7	693·5	692·4	691·2	690·1
699	689·0	687·8	686·6	685·5	684·4	683·2	682·1	680·9	679·8	678·7
700	677·6	676·4	675·3	674·1	673·0	671·8	670·7	669·6	668·4	667·3
701	666·2	665·1	663·9	662·8	661·6	660·5	659·3	658·2	657·0	655·9
702	654·8	653·7	652·5	651·4	650·2	649·1	647·9	646·8	645·6	644·5
703	643·4	642·3	641·2	640·0	638·9	637·8	636·7	635·5	634·4	633·3
704	632·1	631·0	629·8	628·7	627·5	626·4	625·3	624·2	623·0	621·9
705	620·7	619·6	618·5	617·3	616·2	615·1	614·0	612·8	611·7	610·5
706	609·4	608·3	607·2	606·0	604·9	603·8	602·6	601·5	600·3	599·2
707	598·1	597·0	595·9	594·7	593·6	592·5	591·4	590·3	589·1	588·0
708	586·8	585·7	584·6	583·5	582·4	581·2	580·1	579·0	577·9	576·7
709	575·6	574·5	573·4	572·3	571·1	569·9	568·8	567·7	566·6	565·4
710	564·3	563·2	562·1	561·0	559·9	558·7	557·6	556·5	555·4	554·3
711	553·1	552·0	550·9	549·7	548·6	547·5	546·3	545·2	544·1	542·9
712	541·8	540·7	539·6	538·4	537·3	536·2	535·0	533·9	532·8	531·7
713	530·6	529·5	528·4	527·3	526·2	525·1	524·0	522·9	521·8	520·7
714	519·5	518·4	517·3	516·2	515·1	513·9	512·8	511·7	510·6	509·5
715	508·3	507·2	506·1	505·0	503·9	502·7	501·6	500·5	499·4	498·3
716	497·1	496·0	494·9	493·8	492·7	491·6	490·5	489·4	488·3	487·2
717	486·0	484·9	483·8	482·7	481·6	480·4	479·3	478·2	477·1	476·0
718	474·8	473·7	472·6	471·5	470·4	469·3	468·2	467·1	466·0	464·9
719	463·7	462·6	461·5	460·4	459·3	458·2	457·1	456·0	454·9	453·8
720	452·6	451·5	450·4	449·3	448·2	447·1	446·0	444·9	443·8	442·7
721	441·6	440·5	439·4	438·3	437·2	436·1	435·0	433·9	432·8	431·7
722	430·5	429·4	428·3	427·2	426·1	425·0	423·9	422·8	421·7	420·6
723	419·4	418·3	417·2	416·1	415·0	413·9	412·8	411·7	410·6	409·5
724	408·4	407·3	406·2	405·1	404·0	402·9	401·8	400·7	399·6	398·5
725	397·4	396·3	395·2	394·1	393·9	391·9	390·8	389·7	388·6	387·5
	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9

Barometer-Stand mm	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9
726	386·4	385·3	384·2	383·1	382·0	380·9	379·8	378·7	377·6	376·5
727	375·4	374·3	373·2	372·1	371·0	369·9	368·8	367·7	366·6	365·5
728	364·4	363·3	362·2	361·1	360·0	358·9	357·8	356·7	355·6	354·5
729	353·5	352·4	351·3	350·2	349·1	348·0	346·9	345·8	344·7	343·6
730	342·5	341·4	340·3	339·2	338·1	337·0	335·9	334·8	333·7	332·6
731	331·6	330·5	329·4	328·3	327·2	326·1	325·0	323·9	322·8	321·7
732	320·7	319·6	318·5	317·4	316·3	315·2	314·1	313·0	311·9	310·8
733	309·8	308·7	307·6	306·5	305·4	304·3	303·2	302·1	301·0	299·9
734	298·9	297·8	296·7	295·6	294·5	293·4	292·3	291·2	290·1	289·0
735	288·0	286·9	285·8	284·7	283·7	282·6	281·5	280·4	279·3	278·2
736	277·2	276·1	275·0	273·9	272·8	271·7	270·6	269·5	268·4	267·3
737	266·3	265·2	264·1	260·0	261·9	260·9	259·8	258·7	257·6	256·5
738	255·5	254·4	253·3	252·2	251·1	250·1	249·0	247·9	246·8	245·7
739	244·7	243·6	242·5	241·4	240·3	239·3	238·2	237·1	236·0	234·9
740	233·9	232·8	231·7	230·6	229·5	228·5	227·4	226·3	225·2	224·1
741	223·1	222·0	220·9	219·8	218·7	217·7	216·6	215·5	214·4	213·3
742	212·3	211·2	210·1	209·1	208·0	206·9	205·8	204·8	203·7	202·6
743	201·6	200·5	199·4	198·3	197·2	196·2	195·1	194·0	192·9	191·8
744	190·8	189·7	188·6	187·6	186·5	185·4	184·4	183·3	182·2	181·1
745	180·1	179·0	177·9	176·9	175·8	174·7	173·6	172·6	171·5	170·4
746	169·4	168·3	167·2	166·2	165·1	164·0	163·0	161·9	160·8	159·7
747	158·7	157·6	156·6	155·5	154·4	153·4	152·3	151·2	150·1	149·0
748	148·0	147·0	145·9	144·8	143·8	142·7	141·7	140·6	139·6	138·5
749	137·4	136·3	135·2	134·2	133·1	132·0	130·9	129·9	128·8	127·7
750	126·7	125·6	124·6	123·5	122·5	121·4	120·3	119·2	118·2	117·1
751	116·1	115·0	113·9	112·9	111·8	110·8	109·7	108·7	107·6	106·6
752	105·5	104·5	103·4	102·4	101·3	100·3	99·2	98·1	97·1	96·0
753	94·9	93·9	92·8	91·7	90·7	89·6	88·6	87·5	86·5	85·4
754	84·3	83·3	82·2	81·1	80·1	79·0	77·9	76·9	75·8	74·8
755	73·7	72·7	71·6	70·6	69·5	68·5	67·4	66·3	65·2	64·2
756	63·1	62·0	61·0	59·9	58·9	57·8	56·8	55·7	54·7	53·6
757	52·6	51·5	50·5	49·4	48·4	47·3	46·3	45·2	44·1	43·1
758	42·0	40·9	39·9	38·8	37·8	36·7	35·7	34·6	33·6	32·5
759	31·5	30·4	29·4	28·3	27·3	26·2	25·2	24·1	23·1	22·0
760	21·0	19·9	18·9	17·8	16·8	15·7	14·7	13·6	12·6	11·5
761	10·5	9·4	8·4	7·3	6·3	5·2	4·2	3·1	2·1	1·0
762	0·0	— 1·0	— 2·1	— 3·1	— 4·2	— 5·2	— 6·3	— 7·3	— 8·4	— 9·4
763	— 10·5	— 11·5	— 12·6	— 13·6	— 14·7	— 15·7	— 16·8	— 17·8	— 18·9	— 19·9
764	— 20·9	— 22·0	— 23·1	— 24·1	— 25·2	— 26·2	— 27·3	— 28·3	— 29·4	— 30·4
765	— 31·4	32·5	33·5	34·6	35·6	— 36·7	37·7	38·7	— 39·7	— 40·8
	·0	**·1**	**·2**	**·3**	**·4**	**·5**	**·6**	**·7**	**·8**	**·9**

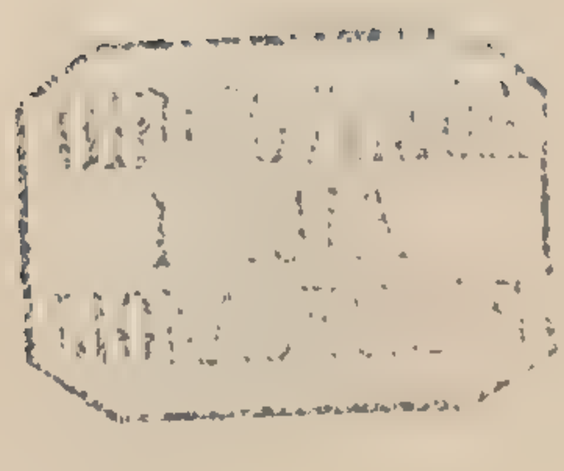
Barometer-Stand *mm*	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9
766	— 41·8	42·9	- 43·9	- 45·0	- 46·0	47·1	48·1	49·1	- 50·2	51·2
767	— 52·2	— 53·3	— 54·3	— 55·4	— 56·4	— 57·5	— 58·5	— 59·5	— 60·6	— 61·6
768	— 62·6	— 63·7	— 64·7	— 65·8	— 66·8	— 67·9	— 68·9	— 69·9	— 71·0	— 72·0
769	— 73·0	— 74·1	— 75·1	— 76·2	— 77·2	— 78·3	— 79·3	— 80·3	— 81·4	— 82·4
770	— 83·4	— 84·5	— 85·5	— 86·5	— 87·6	— 88·6	— 89·6	— 90·7	— 91·7	— 92·7
771	— 93·7	— 94·8	— 95·8	— 96·8	— 97·9	— 98·9	—100·0	—101·0	—102·0	—103·1
772	-104·1	105·1	106·1	107·2	108·2	109·2	110·3	111·3	112·3	113·4
773	114·4	- 115·4	116·5	117·5	118·5	119·6	120·6	121·6	-122·7	123·7
774	-124·7	125·8	126·8	-127·8	128·9	129·9	130·9	132·0	—133·0	- 134·0
775	-135·0	--136·1	137·1	--138·1	139·2	- 140·2	141·2	142·2	-143·3	—144·3
776	—145·3	--146·3	—147·4	—148·4	149·4	—150·5	151·5	—152·6	—153·6	—154·6
777	—155·6	—156·7	—157·7	—158·7	—159·8	—160·8	161·8	—162·8	—163·8	—164·9
778	—165·9	—166·9	—167·9	—169·0	—170·0	--171·0	172·0	—173·1	—174·1	—175·1
779	—176·1	—177·1	—178·1	—179·2	—180·2	-181·2	182·3	—183·3	—184·3	—185·3
780	—186·4									
	·0	**·1**	**·2**	**·3**	**·4**	**·5**	**·6**	**·7**	**·8**	**·9**

Zur Correction wegen der Temperatur der Luft.

$(t + t')$ Celsius	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$(t + t')$ Celsius
0	000	000	000	000	000	000	000	000	000	0
1	002	004	006	008	010	012	014	016	018	1
2	004	008	012	016	020	024	028	032	036	2
3	006	012	018	024	030	036	042	048	054	3
4	008	016	024	032	040	048	056	064	072	4
5	010	020	030	040	050	060	070	080	090	5
6	012	024	036	048	060	072	084	096	108	6
7	014	028	042	056	070	084	098	112	126	7
8	016	032	048	064	080	096	112	128	144	8
9	018	036	054	072	090	108	126	144	162	9
10	020	040	060	080	100	120	140	160	180	10
11	022	044	066	088	110	132	154	176	198	11
12	024	048	072	096	120	144	168	192	216	12
13	026	052	078	104	130	156	182	208	234	13
14	028	056	084	112	140	168	196	224	252	14
15	030	060	090	120	150	180	210	240	270	15
16	032	064	096	128	160	192	224	256	288	16
17	034	068	102	136	170	204	238	272	306	17
18	036	072	108	144	180	216	252	288	324	18
19	038	076	114	152	190	228	266	304	342	19
20	040	080	120	160	200	240	280	320	360	20
21	042	084	126	168	210	252	294	336	378	21
22	044	088	132	176	220	264	308	352	396	22
23	046	092	138	184	230	276	322	368	414	23
24	048	096	144	192	240	288	336	384	432	24
25	050	100	150	200	250	300	350	400	450	25
26	052	104	156	208	260	312	364	416	468	26
27	054	108	162	216	270	324	378	432	486	27
28	056	112	168	224	280	336	392	448	504	28
29	058	116	174	232	290	348	406	464	522	29
30	060	120	180	240	300	360	420	480	540	30
31	062	124	186	248	310	372	434	496	558	31
32	064	128	192	256	320	384	448	512	576	32
33	066	132	198	264	330	396	462	528	594	33
34	068	136	204	272	340	408	476	544	612	34
35	070	140	210	280	350	420	490	560	630	35
$(t + t')$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$(t + t')$

$(t+t')$ Celsius	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$(t+t')$ Celsius
35	070	140	210	280	350	420	490	560	630	35
36	072	144	216	288	360	432	504	576	648	36
37	074	148	222	296	370	444	518	592	666	37
38	076	152	228	304	380	456	532	608	684	38
39	078	156	234	312	390	468	546	624	702	39
40	080	160	240	320	400	480	560	640	720	40
41	082	164	246	328	410	492	574	656	738	41
42	084	168	252	336	420	504	588	672	756	42
43	086	172	258	344	430	516	602	688	774	43
44	088	176	264	352	440	528	616	704	792	44
45	090	180	270	360	450	540	630	720	810	45
46	092	184	276	368	460	552	644	736	828	46
47	094	188	282	376	470	564	658	752	846	47
48	096	192	288	384	480	576	672	768	864	48
49	098	196	294	392	490	588	686	784	882	49
50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	50
51	102	204	306	408	510	612	714	816	918	51
52	104	208	312	416	520	624	728	832	936	52
53	106	212	318	424	530	636	742	848	954	53
54	108	216	324	432	540	648	756	864	972	54
55	110	220	330	440	550	660	770	880	990	55
56	112	224	336	448	560	672	784	896	1008	56
57	114	228	342	456	570	684	798	912	1026	57
58	116	232	348	464	580	696	812	928	1044	58
59	118	236	354	472	590	708	826	944	1062	59
60	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	60
61	122	244	366	488	610	732	854	976	1098	61
62	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	62
63	126	252	378	504	630	756	882	1008	1134	63
64	128	256	384	512	640	768	896	1024	1152	64
65	130	260	390	520	650	780	910	1040	1170	65
66	132	264	396	528	660	792	924	1056	1188	66
67	134	268	402	536	670	804	938	1072	1206	67
68	136	272	408	544	680	816	952	1088	1224	68
69	138	276	414	552	690	828	966	1104	1242	69
70	140	280	420	560	700	840	980	1120	1260	70
$(t+t')$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$(t+t')$

K. u. k. Hofbuchdruckerei Jos. Feichtingers Erben, Linz. 97.10474



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fambri, Gabriel

Aufgaben-Sammlung aus der Terrainlehre, Terrain-Aufnahme und Terrain-Darstellung mit Erlass Abth. VI, Nr. 1732 von 1897 vom k. u. k. Reichs-Kriegs-Ministerium für die Militär-Akademien und die Cadettenschulen als Unterrichtsbehelf approbiert

Wien und Leipzig 1897

Sc.mil. 32 c
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11823711-3